

WETENSCHAP OP ZEE

Collectanea Maritima VII

COLLECTANEA MARITIMA

VII



KONINKLIJKE VLAAMSE ACADEMIE VAN BELGIË
VOOR WETENSCHAPPEN EN KUNSTEN

Paleis der Academiën
Hertogsstraat 1
1000 Brussel, Belgium
[http: //www.kvab.be](http://www.kvab.be)

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd
en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande
schriftelijke toestemming van de uitgever.

© Copyright 2004 KVAB
D/2004/0455/07
ISBN 90 6569 931-7

No part of this book may be reproduced in any form,
by print, photoprint, microfilm or any other means
without written permission from the publisher.

Printed by Universa Press - 9230 Wetteren - Belgium

VLIZ (vzw)
VLAAMS INSTITUUT VOOR DE ZEE
FLANDERS MARINE INSTITUTE
Oostende - Belgium

Collectanea Maritima

VII

67942

WETENSCHAP OP ZEE

K. DAVIDS, G. DE MOOR, C. KONINCKX, Y. SEGERS,
C. VAN CAUWENBERGHE, K. VAN CLEEMPOEL & R. VAN CLEEMPOEL

EINDREDACTIE

C. KONINCKX



WETENSCHAPPELIJK COMITÉ VOOR MARITIEME GESCHIEDENIS
KONINKLIJKE VLAAMSE ACADEMIE VAN BELGIË
VOOR WETENSCHAPPEN EN KUNSTEN

BRUSSEL

2004

WOORD VOORAF

In januari 1996 besloot het *Wetenschappelijk Comité voor Maritieme Geschiedenis* een project op stapel te zetten met als thema „wetenschap op zee”. Het lag in de bedoeling wetenschappelijk onderzoek te verrichten met betrekking tot de maritieme geschiedenis, weliswaar grensverleggend, buiten de traditionele thema's zoals kolonisatie, scheepvaartroutes, scheepstypes enz. Het kwam er ditmaal op neer aspecten van wetenschapsbeoefening te belichten: wetenschapsbeoefening op zee, uitgevoerd op schepen, al of niet met onmiddellijke implicaties voor de scheepvaart – met andere woorden, proefondervindelijk onderzoek — ofwel uitgeoefend aan de wal, in verband met de zee of met implicaties voor de scheepvaart, en vanzelfsprekend benaderd vanuit of gesitueerd in een historische context.

In eerdere volumes van de reeks *Collectanea Maritima* was dit onderwerp trouwens nooit echt aan bod gekomen; wel werd aandacht geschonken aan de nautische kennis, aan de navigatie en het onderwijs,¹ en werd een enkele bijdrage over de hydrografie van Kongo gepubliceerd.² Kortom, een vrijwel braakliggend veld, een nauwelijks ontgonnen gebied lag misschien in handbereik voor oorspronkelijk geschiedkundig onderzoek.

Als aanloop tot een colloquium of symposium in de nabije toekomst werd in het kader van het thema van het project het register 'wetenschap op zee' breed opengetrokken. Het voorliggend volume vangt aan met een schets van de evolutie der navigatie-instrumenten door dr. Koenraad Van Cleempoel. Vanaf de Oudheid tot aan de ontdekking van de chronometer in de 18de eeuw, onderscheidt de auteur drie fasen in die ontwikkeling, die niet alleen in de tijd herkenbaar zijn, maar ook in de ruimte, zegge geografisch. De drie historische etappes gaan telkenmale gepaard met een verplaatsing van het brandpunt van die

1. R. BATENS, *De navigatie bij de Generale Indische Compagnie*. In: *Nautische en hydrografische kennis in België en Zaïre. Historische Bijdragen*. Coll. *Collectanea Maritima*, III, 1987, pp. 21-38. C. KONINCKX, *Zuidnederlanders in vreemde dienst buitengaats. Een schakel in de overdracht van nautische kennis in de 18de eeuw*. In : op.cit., pp. 39-71. R. SMET & A. DE VOS, *Het onderwijs van de zeevaartkunde aan de Belgische zeevaartscholen tijdens de beginperiode van het koninkrijk België (1830-1849). Een eerste benadering*. In : op.cit., pp. 73-88. R. SMET, *Het onderwijs van de zeevaartkunde aan de Belgische zeevaartscholen tijdens de beginperiode van het koninkrijk België (1830-1849)*. In : *Bijdragen tot de internationale maritieme geschiedenis*. Coll. *Collectanea Maritima*, IV, 1988, pp. 99-117.

2. A. LEDERER, *Histoire de la connaissance hydrographique du bassin du Congo*. In: op.cit., III, pp. 89-176.

ontwikkeling : van de Middellandse Zee naar de Atlantische Oceaan, en uiteindelijk naar alle wereldzeeën.

De 18de eeuw mag gekenmerkt zijn door de doorbraak van onderzoek dat op systematische en wetenschappelijke basis wordt bedreven, dat impliceert nog niet meteen dat de juiste verbanden werden gelegd, noch dat de correcte conclusies werden getrokken. Soms waren de instrumenten voor de proefnemingen nog niet echt op punt gesteld, soms deugde de interpretatie der verzamelde gegevens niet. Dat geldt niet alleen voor de tijdmeten ter berekening van de lengte op zee, die lang op zich liet wachten; het gaat evenzeer op voor de temperatuurmetingen. Dit aspect wordt geïllustreerd in de bijdrage van dr. Christian Koninckx die uitweidt over temperatuurwaarden op zee opgetekend in de eerste helft van de 18de eeuw. Wellicht gaat het om de vroegste temperatuurmetingen op zee, en hoewel op het eerste gezicht niet onmiddellijk relevant voor de scheepvaart zelf, toch zijn ze genoeg interessant omdat het hoogstwaarschijnlijk de eerste proefnemingen met de Celsiusthermometer betreft.

Na een aantal schuchtere pogingen wordt nu meer en meer onderzoek verricht op het vlak van de geneeskunde m.b.t. de maritieme wereld. Als geneesheer en havenarts van Antwerpen is dr. Roland Van Cleempoel best geplaatst om een studie te plegen over de geschiedenis van de quarantaine en haar toepassing in havens als preventieve of beschermmaatregel tegen de verspreiding van infectieuze ziekten. Van Cleempoel sr. schets de ontwikkeling van deze maatregel vanaf de Oudheid tot het stadium van de streng internationaal geformaliseerde procedure zoals die vandaag wordt toegepast. Enigszins in hetzelfde vaarwater volgt de bijdrage van dr. Yves Segers over ziekten en de hygiënische toestand aan boord van het Belgisch marineschip *Louise-Marie*, een studie gebaseerd op de rapporten van geneesheren in het midden van de 19de eeuw. De auteur gaat niet alleen in op de typologie van de ziekten, maar besteedt evenveel aandacht aan de aspecten m.b.t. preventie, genezing en voeding.

Volgen dan twee bijdragen over de cartografie. De eerste van ingenieur Carlos Van Cauwenberghe behandelt de publicatie van zeekaarten van de Vlaamse kust en van de Westerschelde. In een eerste deel, in voorliggend volume opgenomen, betreft het de cartografie van voornoemde maritieme gebieden, vanaf de Renaissance tot kort vóór de onafhankelijkheid van België in 1830. Op zijn beurt besteedt Dr. C.A. Davids aandacht aan de historiografie in de voorbije 20ste eeuw, gewijd aan de navigatie en de maritieme cartografie. Hierbij wordt in de verf gezet hoezeer de nieuwe technieken inzake de plaatsbepaling op zee een diepgaande invloed hebben op de navigatie, en dat dit niet zonder weerslag is op de traditionele cartografie. Dat betekent nog niet dat de geschiedschrijving zich veelvuldig heeft ingelaten met een analyse van deze ingrijpende evolutie.

Enigszins op het thema van de cartografie aansluitend, evalueert dr. Guy De Moor de dynamica van de geomorfologie in de zuidelijke Noordzee, meer bepaald op de Vlaamse Banken, tijdens het decennium 1985-1995. Vanzelf-

sprekend hebben de bevindingen fundamentele implicaties bij het uittekenen van kaarten voor de Belgische kustwateren. De auteur bespreekt de methodologie en de moderne technieken voor het vergaren der gegevens, alsmede de toepassingen specifiek op de Vlaamse Banken.

Het zijn alle bijdragen waarvan de onderwerpen op het eerste gezicht een disparate indruk nalaten, maar niettemin nauwe raakvlakken vertonen met de scheepvaart en zijn geschiedenis. Het register was inderdaad ruim opgetrokken en zal het hopelijk ook blijven voor een voortzetting in een volgend volume gewijd aan de zee en de wetenschapsbeoefening.

Dr. C. KONINCKX.

EEN OVERZICHT VAN DE BELANGRIJKSTE NAVIGATIE-INSTRUMENTEN TOT AAN DE CHRONOMETER

DOOR

Koenraad VAN CLEEMPOEL

Dit essay geeft een overzicht van de belangrijkste navigatieinstrumenten die zeelui gebruikt hebben in het controleren van hun koers. In de maritieme geschiedenis is het mogelijk om drie fundamentele etappes, of fases te onderscheiden. In de eerste was de Middellandse zee het hoofdtoneel, en beperkte het probleem zicht tot het vinden van de juiste richting en het inschatten van de af te leggen route. De tweede en derde etappe volgen elkaar snel op omdat veiligere schepen toelieten de oceanen te bezeilen. In een tweede etappe zien we hoe de Portugezen en de Spanjaarden diep doordringen in de Atlantische Oceaan. Het louter inschatten van de af te leggen was dan niet meer voldoende en het kunnen meten van de breedtegraad werd noodzakelijk. Om dit op te lossen deed men astronomische waarnemingen waarvoor observatieinstrumenten werden ontwikkeld. De derde etappe startte op het einde van de vijftiende eeuw toen Columbus Amerika ontdekte. Vanaf dan was de Oost-West beperking voorgoed opgeheven en de zoektocht naar een betrouwbare methode om de lengtelijn te bepalen werd noodzakelijk : niet alleen om tijdig zijn bestemming te bereiken maar ook om het hoge aantal schipbreuken te verminderen. Die zoektocht naar de lengtelijn op zee veranderde de navigatie meer en meer in een wiskundige activiteit.

In wat volgt bespreken we de verschillende navigatie-instrumenten die tijdens de voornoemde etappes gebruikt werden. Het is uiteraard niet mogelijk ieder instrument uitvoerig te bespreken ; een tekortkoming die via de bibliografie enigszins wordt opgevangen.

– Empirische kennis

Reeds van in de Oudheid zeilde men op de Middellandse zee : de geschiedenis van de eerste zeevaren volkeren zoals de Phoeniciërs of Chartagenen is genoegzaam bekend. De kwaliteit van hun zeemannschap en navigatiekunst was grotendeels gebaseerd op ervaring en mondelinge kennisoverdracht. De Middel-

landse zee stelde bovendien geen onoverkomelijke problemen voor de vroege zeelui, zelfs zonder gebruik van het kompas, dat pas rond 1200 in Europa bekend raakte. Een groot aantal eilanden, zowel aan de noord- als aan de zuidkant zorgde ervoor dat men nooit langer dan enkele dagen uit de kust kon zeilen. De winden zijn er ook vrij stabiel : afwisselend van NO naar NW afhankelijk van de plaats. De heersende waterstromen waren ook constant en, net zoals de windrichtingen, konden ze de opvarenden helpen bij het vinden van de route. De winden werden genoemd naar de streek van waaruit ze waaiden, en die namen werden synoniem van de windrichting. Zo ziet men soms op oude kaarten, kompassen of wetenschappelijke instrumenten dat enkel het initiaal van de winden gebruikt wordt om een richting aan te duiden, en niet de nu gebruikte N-O-Z-W-tekens. Vandaar dat men nog steeds spreekt over een windroos. De horizon werd ook onderverdeeld in winden, in plaats van in 360°.

Het belangrijkste hulpmiddel voor de oriëntatie in open zee was ongetwijfeld de hemel : overdag de schijnbare beweging van de zon, en 's nachts de schijnbare beweging van de sterrenhemel. De zeelieden uit de oudheid kenden zeer goed de loop van de hemellichamen doorheen het jaar. Men wist, bijvoorbeeld, dat de dag en de nacht slechts tweemaal per jaar juist even lang duren, en dat de zon op die dag 's middags in het solstitium staat ; hetzij dat van de winter of dat van de zomer. Op een heldere nacht was de sterrenhemel echter de duidelijkste manier om een positie te bepalen. Voor een geoefend oog was het zelfs mogelijk om via de constellatie van de sterren een breedtegraad af te leiden. We kunnen ons moeilijk voorstellen hoe goed de zeelui uit het verleden de sterren konden lezen zonder daarvoor een hemelkaart, of meetinstrumenten te gebruiken. Hun parate kennis van de sterren en hun positie, die via mythen en verhalen van generatie op generatie overgeleverd werden, was voor hen voldoende om te navigeren op de open zee.

Van groot belang was ook de kennis van het profiel en de ondieptes van de kustlijn. Zulke informatie werd verzameld in de zogenaamde 'periplos'. Er is een 'periplos' bewaard van 5000 VC waarin bijzonderheden langsheen de mediterrane kustlijn beschreven staan, alsook de afstanden in zeildagen uitgedrukt tussen de verschillende havens. Als aanvulling op dit geheel van empirische kennis maakten de zeelui uit het verre verleden ook gebruik van een peillood. Hiermee konden ze bij mistig weer onderzoeken of het schip de kust benaderde.

De uitvinding van het kompas wordt traditioneel aan de Chinezen toegeschreven. Maar het is voorlopig nog onduidelijk op welke manier het Westen ermee in contact kwam : via reizigers uit het Oosten, of werd het ook ergens in Europa uitgevonden. Deze laatste hypothese is mogelijk omdat de bijzondere eigenschap van een laadsteen, waarover men wrijft met een metaal object, reeds vroeger bekend was. Het was enkel een kwestie om een fijn metaal object na contact met de steen los te laten draaien rond zijn middelpunt om zo het wonderlijk effect op te merken : namelijk dat het uiteinde steeds in dezelfde richting

wijst. De zeelui noemden de richting *Stella Maris*, de ster van Maria. Het oudste wetenschappelijk traktaat waarin men spreekt van een kompas is het *Epistola de magnete* uit 1269 van Pierre de Maricourt. De auteur belicht de eigenschappen van de laadsteen en de toepassing ervan in de bouw van een kompas. Hij onderscheidt reeds een 'droog' en een 'nat' kompas en verdeelt de omtrek van de cirkel in 360°. Maricourt schrijft nergens over de voordelen van een kompas op zee, enkel over de voordelen bij het opmeten van land. We mogen er desalniettemin van uitgaan dat het op zee gebruikt werd. Al snel werd de naald vervangen door twee 'geladen' pinnetjes die een cirkelvormige windroos ondersteunen. Door de eigenschappen van het steunvlak plaatste de windroos zich telkens in dezelfde positie. Op de windroos stonden de 8, 16 of 32 belangrijkste windrichtingen aangeduid.

Tijdens de tweede helft van de 13de eeuw komt de eeuwenoude empirische kennis samen met de nieuwe ervaringen van het kompas. Het resultaat van deze gelukkig combinatie zijn de zogenaamde portulaankaarten. Ze tonen met vrij grote nauwkeurigheid het profiel van de kustlijn, en geven daarbij nuttige en praktische informatie voor de opvarenden. Dit gaat van plaatsnamen naar wetenswaardigheden zoals dieptes en stromingen. Maar de belangrijkste nieuwigheid tegenover de vorige kaarten zijn de lijnen die er kriskras overheen lopen. Die tonen de vaste koers en worden gebruikt in combinatie met een kompas. Wanneer men het kompas juist oriënteert tegenover de kaart, en het nadien op het centrum van de 'kompaslijnen' plaatst, kan men op een eenvoudige manier de gewenste koersrichting vinden. De lijnen liggen dan in het verlengde van de 8, 16 of 32 kompaspunten. Na enige tijd zien we dan ook dat de kunstenaar op het kruispunt een windroos tekent met 32 punten. Het kleurengebruik is standaard, en de acht belangrijkste 'kompaslijnen' —die dan overeenkomen met de acht belangrijkste windrichtingen —werden bijna altijd in het zwart getekend. Daartussen lopen dan groene en rode lijnen die de verdere opdeling van het kompas volgen. De 'kompaslijnen' komen niet tot stand via een projectie, maar zijn het resultaat van een eeuwenlange nautische ervaring. De portulaankaarten zijn wel de voorlopers van de zogenaamde 'loxodromen' die Mercator in 1541 voor het eerst toepast op een globe. In tegenstelling tot de lijnen op de portulaankaarten, bekomt men de loxodromen wel via een projectie.

Over de oorsprong van de portulaankaarten is niets bekend. Zo weten we zelfs niet waar en wanneer de eerste kaart getekend werd. De vroegst bekend kaart is de zogenaamde 'carta Pisana', maar die vermoedelijk in Genua gemaakt werd rond 1275. De Italiaanse kaarten zijn over het algemeen soberder dan de Spaanse kaarten. Hierdoor spreekt men van de 'Italiaanse stijl' en de 'Catalaanse stijl'. Deze laatste worden gekenmerkt door een genereus kleurengebruik en de toevoeging van allerhande nautische en geografische informatie.

Een correct gebruik van de portulaankaart is niet altijd mogelijk omwille van de weersomstandigheden : men moest de koers van het schip voortdurend

aanpassen door het effect van wind en stroming. Bovendien kwam het zelden voor dat de gewenste koers perfect overeenkwam met de rechte lijn van een kompaslijn. Hierdoor zigzagt het schip steeds in de buurt van de optimale kompaslijn, maar blijft er zelden evenwijdig aan. Het is daarom nodig om steeds opnieuw te berekenen hoever men afwijkt van de optimale koers. Tijdens de Middeleeuwen waren zeelui geen wiskundigen, en de bestaande wiskunde was trouwens ontoereikend om dit probleem op te lossen. In de plaats daarvan gebruikte men het systeem van de 'raxon de marteloio'. Dit diende om een oplossing te vinden voor het volgende probleem : als men op de portulaankaart van A naar B wil zeilen, maar de elementen verplichten om naar C te zeilen hoe kan men dan uiteindelijk toch in B geraken. Via een toepassing van de regel van drie kon men deze omweg verrekenen en op de kaart overbrengen. Hiervoor had men twee instrumenten nodig : een steekpasser om op de kaart mee te werken, en een zandloper om de tijd te meten op de 'verkeerde' route, om die nadien te verrekenen tegenover de 'juiste' route.

– De Atlantische Oceaan

Dankzij beter uitgeruste schepen begonnen de Portugezen reeds vroeg in de 15de eeuw zuidelijker langs de Afrikaanse kusten te zeilen. Ze waren op zoek naar goud, slaven en het mythische rijk van Priester Jan. Als vorst van Portugal steunde Hendrik de Zeevaarder deze sterke expansiedrang ; niet in het minst omdat hij hiermee de gunst bekwam van een rijke burgerij die nieuwe handelsgronden zochten. Dit culmineerde in 1488 wanneer Bartolomé Díaz Kaap de Goede Hoop rondt ; dit opende de weg naar India, waar Vasco da Gamma in 1497 voet aan wal zette. Ook Spanje ging de uitdaging aan met de oceaan, zij het dan in westelijke richting. De drijfveer achter deze dure expedities is dezelfde als bij de Portugezen : een zoektocht naar nieuwe grondstoffen.

Wanneer Columbus Amerika ontdekt in 1492 is dat als bij toeval. Dit betekent eigenlijk dat de bestaande nautische instrumenten en kaarten ontoereikend waren voor navigatie op de oceaan. Inderdaad, op de Middellandse zee kon men zijn fouten snel verbeteren omdat het schip nooit langer dan enkele dagen uit het zicht van de kust verwijderd was, terwijl dit op de oceaan al snel enkel weken wordt. Hierdoor stapelden mogelijk fouten zich snel op. In de reisverslagen van de Portugezen lezen we hoe ze de Afrikaanse kusten afzeilden door overdag de kustlijn als referentiepunt te gebruiken. De stroming en de windrichting lieten hen toe om dit traject te volgen. Het probleem stelde zich pas op de terugweg : men moest diep de oceaan inzeilen om gunstige stromingen en winden op te zoeken. Al snel ontdekte men dat een kompas hiervoor onvoldoende was. Het kompas was immers in zijn gebruik beperkt als men niet weet op welke breedte men zich bevond. De observatie van de sterrenhemel bleek een meer betrouwbare hulp. Om de fenomenen van de sterrenhemel beter te begrijpen grijpt men terug naar dé twee klassieke pre-Renaissance traktaten over

astronomie : *De Geographia* van Ptolomaeus (herontdekt rond 1410) en de *Libros del saber de astronomía* en *Tablas Alfonsies* van de Spaanse vorst Alfonso X, de Wijze (1262-1272).

De eerste methode die men gebruikte voor het bepalen van de breedtegraad, was via observatie van de hoogte van de poolster boven de horizon (in het Portugees : altura). Hiervoor gebruikte men een kwadrant, hetwelk bestaat uit vier essentiële onderdelen : (1) een kwartcirkel waarvan de boog een schaal van 90° draagt ; (2) een ophangingring ; (3) twee vizieren die op de zijkant van het kwadrant gemonteerd staan ; (4) over de schaal beweegt een touw met schietlood dat in het hoekpunt bevestigd is. Aanvankelijk berekende men niet de eigenlijke breedtegraad, maar wel de hoogte tegenover de horizon van bepaalde sterren. Deze werkwijze was te willekeurig en al snel drong een meer nauwkeurige methode zich op. Men stelde tabellen op met dubbele meetresultaten gemeten vanop een vaste plaats, bijvoorbeeld Lissabon. Die twee metingen waren de hoogte van de poolster doorheen het jaar en de afstand in hoogte tussen de poolster en de Grote Beer en/of Kleine Beer. Die tabellen dienden dan als referentiepunt wanneer men op zee metingen uitvoerde. Door het juist interpreteren van de marge tussen metingen op zee en op land kon men ongeveer inschatten op welke hoogte men zeilde. Bij deze berekeningen diende men ook rekening te houden met de circumpolaire beweging van de poolster.

Dankzij de belangstelling voor de poolster, en de positie ervan tegenover de Grote Beer komt er op het einde van de vijftiende eeuw een observatie instrument bij dat dient voor tijdmeting : het nocturlabium. Het ziet eruit als een pingpong palet met in het midden een opening. Op de voorzijde zijn er verschillende schalen aangebracht waarboven een lange arm beweegt die op zijn beurt bevestigd is aan een roteerbare schijf. Men houdt het instrument in de richting van de poolster zodat men haar kan zien doorheen de opening. Vervolgens beweegt men de arm totdat de onderkant de voet van de Grote Beer raakt. Het instrument vertelt dan de tijd.

Rond 1470 had men de Evenaar bereikt waar de poolster niet meer zichtbaar is. Koning Joan II van Portugal richtte in 1484 een commissie op om dit probleem te onderzoeken. De oplossing bestond erin om de hoogte van de zon te meten op het moment dat ze de meridiaan kruist ; dat wil zeggen wanneer ze op haar hoogste punt staat. Vervolgens vergeleek men de bekomen resultaten met tabellen waarin de declinatie van de zon stond opgeschreven voor de verschillende plaatsen op het land, doorheen het jaar. De *Almanach perpetuum* van Abraham Zacuto (Venetië, 1502) was zo'n populaire tabel. Deze astronomische jaarboeken of tafels worden ook efemeriden genoemd.

Zowel overdag als 's nachts had de zeeman dus een instrument nodig dat zo nauwkeurig mogelijk de hoogte van het hemellichaam boven de horizon mat. Aanvankelijk maakte hij hiervoor gebruik van het reeds eerder genoemde kwadrant. Het instrument was echter gebruiksonvriendelijk op het dek van een rol-

lend schip waardoor men genoodzaakt was om aan land te gaan metingen uit te voeren. Wanneer dat niet kon waren de metingen onbetrouwbaar.

Om die redenen ontstond tegen het einde van de 15de eeuw het marine astrolabium. Het was een afgeleide van het veel oudere, en meer ingewikkelde, planisferisch astrolabium. Met een planisferisch astrolabium kan men vrij nauwkeurig — tot op één graad — hoogtes meten, maar niet op het dek van een rollend schip. Het is bovendien een vol instrument zodat men het moeilijk kan stilhouden in de wind. Het marine astrolabium is daarom hol gemaakt, net zoals een wiel met spaken, en is het onderaan ook voorzien van een extra gewicht. Het instrument bestaat uit drie essentiële onderdelen : (1) een ophangingring waaraan (2) een gegradeerde cirkel hangt ; (3) waarboven een liniaal kan roteren rond een vast middelpunt, en met op de uiteindes van het liniaal een vizier. Om niet verblind te worden bij het meten van de zon houdt men het instrument voor zich uit en roteert men het liniaal totdat een zonnestraal doorheen de opening op de twee vizieren schiet. 's Nachts houdt men het vizierliniaal voor de ogen en mikt men zo op de sterren.

De vroegste verwijzing naar het gebruik ervan is gedurende een reis in 1481 door Diego d'Azambuja langsheen de westkust van Afrika. Tijdens de wereldreis van Magelaan in 1519 was er één houten en zes metalen marine astrolabia aan boord. Rond 1500 was de productie van marine-astrolabia gestandaardiseerd, en zien we lokale ateliers in Spanje en Portugal ontstaan. De vroegste illustratie van een zeeman in actie met een astrolabium komt uit Pedro de Medina's *Arte de Navegar* van 1545, maar op de Mapamundi van Diego Ribiero van 1529 staat er al een tekening van een marine-astrolabium. De eerste gedrukte beschrijving is die van Martin Cortes *Breve Compendio de la esfera y de la arte de navegar* van 1551, maar die reeds geschreven was in 1545. Het marine-astrolabium was zeer populair en het principe bleef tot in de 18de eeuw in gebruik, zij het dan wel in een aangepaste vorm. Zo ont deden de Nederlanders het instrumenten van zijn onderste helft zodat het een halfcirkel werd, en de schaalverdeling werd ook fijner.

Een ander instrument voor het meten van de declinatie van de zon was de nautische ring, of 'anillo náutico'. Het is een brede ring die men vasthoudt aan een ophangingsring. Aan één kant is er een klein gaatje gemaakt waar een zonnestraal doorheen kan priemen. Die straal valt op een schaalverdeling op de tegenoverliggende zijde die van 0° tot 90° loopt, en geeft de declinatie van de zon aan. Het was lang niet zo populair als het marine-astrolabium doordat het niet zeer gebruiksvriendelijk was.

Al de voornoemde instrumenten gaan terug op het principe van een gegradeerde cirkel waarboven men een liniaal, of touw, laat bewegen. Tijdens de 15de eeuw ontstaat er ook een ander type instrument dat eigenlijk nauwkeuriger bleek te zijn : de zogenaamde Jakobsstaf.

Aanvankelijk werd de Jakobsstaf enkel voor topografische, en soms ook astronomische doeleinden gebruikt. Het siert omwille van zijn eenvoud : het bestaat uit een gegradueerde stok — 'radio' genoemd met een vierkante sectie, waarover een kortere dwarslat kan bewegen. Voor een toepassing als nautisch instrument veranderde men wel de schaal op de ratio, opdat ze meer geschikt zou zijn voor hoekmetingen over grote afstanden. Men maakte het instrument ook kleiner, ongeveer een meter lang, zodat het gebruiksvriendelijker werd op schepen. Om de declinatie van een hemellichaam te meten houdt men de radio voor zich uit, en schuift men vervolgens de dwarslat over de schaal totdat de bovenste tip van de dwarslat raakt aan het hemellichaam, en de onderste tip aan de horizon. De declinatie leest men vervolgens af op de schaal ter hoogte van de dwarslat. Een vroege beschrijving van het instrument, zowel voor wat betreft de constructie als astronomische toepassingen, is de commentaar van Johann Werner op de Geografie van Ptolomaeus van 1514. Voor de nautische toepassing is Pedro de Medina's invloedrijke traktaat *Arte de navegar* van 1545 een belangrijk werk, hoewel er reeds een vroegere beschrijving bestaat in manuscript van Alonso de Chaves, opgenomen in zijn *Quatri partitu*, tussen 1520 en 1538.

In een verdere ontwikkelingsfase van het instrument voegde men twee dwarslatten toe van verschillende grote. Michiel Coignet beschrijft in 1581 in zijn *Instruction nouvelle des points plus excellents & necessaires touchant l'art de naviguer* een Jakobsstaf met drie dwarslatten met als naam 15°, 30° en 60°. Ze danken die naamgeving aan het gebruik : de kleinste dwarslat dient voor het meten van hoeken tot 15°, de tweede tot 30°, enz. Door die opdeling bekwam men een nauwkeuriger meetresultaat. Voor hoeken groter dan 60° was de Jakobsstaf moeilijk voor gebruik en greep men terug naar het astrolabium. De Jakobsstaf bleef niettemin populairder dan het astrolabium of de nautische ring, en bleef daarom ook langer in gebruik.

De oorsprong van de Jakobsstaf komt mogelijk uit het Oosten. Om te navigeren op de Indische oceaan, en de Rode Zee gebruikten de plaatselijke zee-lui een instrument dat uit drie plaatjes bestond met een touw : de zogenaamde 'kamāl'. De rechthoekige plaatjes hadden alledrie verschillende hoogtes, met in het midden een opening om het touw in te bevestigen. Voor gebruik kiest men één van de drie plaatjes en plaatst het voor zich zodat de bovenzijde aan het gekozen hemellichaam raakt en de onderzijde aan de horizon. Tegelijkertijd houdt men het touwtje, dat gemarkeerd is met knopen op geijkte afstanden, in de mond. De knoop op het touwtje die het dichtste bij de mond van de waarnemer ligt duidt de breedtegraad aan. 'Kamāls' worden vernoemd in vroeg 16de eeuwse Portugese nautische traktaten.

– De 16de eeuw als scharnierperiode

Tijdens de 16de eeuw zijn er drie belangrijke ontwikkelingen die de navigatie blijvend zullen beïnvloeden : de oprichting van zeevaartscholen ; een juist

gebruik van het kompas in combinatie met meer nauwkeurige meetinstrumenten, en de ontwikkeling van goede nautische kaarten door de Mercator-projectie.

De opeenvolgende reizen van Spanjaarden en Portugezen stelden een grote wetenschappelijke uitdaging op verschillende terreinen : het was nodig om de nieuw ontdekte territoria in kaart te brengen ; en om er de snelste en veiligste route naartoe vast te leggen. Men moest ook al de informatie en kennis die men tijdens de vele reizen had opgedaan op systematische wijze ordenen en doorgeven aan nieuwe generaties zeelui. Om die redenen richtten zowel de Spanjaarden als de Portugezen nautische instituten op die zich uitsluitend met die problematiek zullen bezighouden : het 'Casa del Mina' in Lissabon, en het 'Casa de Contratación' in Sevilla. Het laatste wordt de administratieve zetel voor al de relaties met de Nieuwe Wereld, ook voor wat betreft de handel. Men installeerde er ook verscheidene leerstoelen om er toekomstige kapiteins op te leiden, bijvoorbeeld in 1552 voor kosmografie en de 'arte de navegar'. Maar reeds in 1523 bestond er een atelier voor het maken van navigatie-instrumenten en nautische kaarten. Over de werking van het 'Casa del Mina' is weinig bekend omdat haar archieven verloren gingen in de aardbeving van Lissabon van 1755. Wel weten we dat één van de belangrijkste handboeken voor de opleiding van kapiteins van Portugese oorsprong is ; het is een vertaling van Sacrobosco's *Sphaera Mundi* met twee toevoegingen : *Tratado sobre certas duvidas da navegação* en *Tratado em defensam da carta de marear*. Ook de Spanjaarden publiceerden tijdens de eerste helft van de 16de eeuw een groot aantal cosmografische en nautische traktaten. De twee belangrijkste komen wellicht van Pedro de Medina en Martín Cortés, allebei professoren aan het 'Casa de Contratación'. Ze schreven respectievelijk : *Arte de Navegar* (1545) en *Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar* (1551). De Medina's boek werd vertaald naar het Frans, het Italiaans, het Engels en het Nederlands, en ook Cortés' boek had veel invloed, voornamelijk in Engeland.

Na het einde van de 16de eeuw beginnen Engeland en Nederland zich te ontwikkelen tot belangrijke zeevarende naties, ze nemen de fakkel over van Spanje en Portugal. Geconfronteerd met dezelfde obstakels bij het navigeren op de open oceaan als de Spanjaarden en Portugezen, produceerden de Britten ook een reeks traktaten waarin navigatie-instrumenten beschreven staan. In 1590 publiceerde Thomas Hood *The Use of two Mathematicall Instrumentes, the Crosse Staffe*. De auteur beschrijft de constructie en het gebruik van een nieuw type van instrument om hoogtes te meten. Het bestaat uit twee haaks op elkaar geplaatste gegradueerde latten. De transversale lat kan in twee richtingen bewegen tegenover de opstaande lat : verticaal en horizontaal. Het gebruik ervan was vrij lastig, totdat John Davis het enkele jaren later op punt stelde en erover schreef in zijn *The Seamans Secrets*. Het instrument verwierf onder zijn naam bekendheid, en bleef zeer populair tot in de 18de eeuw : het Davis-kwadrant, of ook wel 'Engels kwadrant' genoemd. Het instrument bestaat uit een horizontale

lat, de transversaal, waarop twee gradenbogen gemonteerd staan : één bevindt zich vooraan — het dichtste bij het oog van de waarnemer — en onderaan de transversaal ; de ander achteraan en bovenop de transversaal. Op het uiteinde van de transversaal is er een vast vizier waardoor men het instrument richt op de horizon. We noemen dit het 'horizonpunt'. Op elk van de twee gradenbogen was er een beweegbaar vizier gemonteerd. Eén gradenboog is onderverdeeld in 60° , de andere 30° , of 25° . De kleinste gradenboog bevindt zich vooraan, dat wil zeggen, het dichtst bij het oog van de waarnemer. Voor een correct gebruik keert de waarnemer zich met de rug naar de zon (vandaar de Engelse naam 'back-staff') en houdt hij het instrument voor zich uit zodat hij doorheen het vizier dat op de transversaal staat de horizon kan zien. Hij schuift het vizier op de kortste boog totdat de schaduw ervan juist op het horizonpunt valt. Vervolgens schuift hij het vizier op de grotere boog totdat het in lijn komt met het horizonpunt en de schaduw van de zon. Naast de twee vizieren leest men dan de graden af ; de som ervan geeft de breedtegraad aan. Het Davis-kwadrant was veruit het belangrijkste navigatie instrument tijdens de 17de en een groot deel van de 18de eeuw. De voordelen tegenover de Jakobsstaf waren legio ; dat de waarnemer niet meer direct in de zon behoefde te kijken was bijvoorbeeld aantrekkelijk. Bovendien liet de gradenboog een relatief hoge nauwkeurigheid toe. Zo zijn er veel instrumenten met een transversale schaalverdeling bewaard gebleven. En kort na de ontdekking van het principe van de Vernierschaal werd deze ook toegepast.

Nog een doorbraak in de 16de eeuw was de ontwikkeling van een nieuw soort kompas. Reeds ten tijde van Columbus wist men dat er een afwijking zat op het bestaande kompas. Deze afwijking — weten we nu — was van tweeërlei aard : dat de richting van het kompasnaald niet samenvalt met het geografische noorden, en dat deze afwijking verandert met de positie van de waarnemer. Men stelde dit vast door de richting van het kompasnaald te vergelijken met de richting van de Poolster op het moment dat ze meridiaan kruist. De afwijking die de kompasnaald dan aangeeft tegenover de Poolster is de magnetische declinatie op die bepaalde plaats. Tijdens de 16de eeuw werden er verschillende voorstellen geformuleerd om deze afwijking of variatie te begrijpen en te verbeteren. De Spanjaard Pedro Nuñez stelde in 1535 een oplossing voor door gebruik te maken van een 'schaduwinstrument' (Instrumento de sombras). Indien men het verschil kent tussen de meridiaan die het kompas aanwijst en die van de zon, kan men zo de variatie berekenen. Om dit te meten maakte hij gebruik van volgend instrument : een cirkelvormige basis met een schaalverdeling in 360° op de rand, draagt op de bovenzijde een kompas, en in het centrum een gnomon die lang genoeg is om een schaduw te werpen tot aan de zijkant. Dit geheel wordt opgehangen in banden zodat het vrij kan bewegen en steeds horizontaal hangt. De gnomon in het centrum werpt een schaduw op de rand en deze wordt symmetrisch afgelezen voor de voor- en namiddag, zodat men juist de meridiaan van de zon kan vaststellen. Met deze gegevens kan men de variatie van het kompas bere-

kenen. Al snel werd Nuñez's 'schaduw instrument' vervangen door het 'azimut-kompas'. Zo'n kompas is gevat in een brede band met een schaalverdeling waarboven een liniaal met opstaand vizier kan bewegen. Aan het vizier is er ook een gnomon verbonden zodat men opnieuw de variatie tussen de meridiaan van de zon en die van het kompas kan zoeken.

De kroon op de nautische ontwikkelingen tijdens de 16de eeuw was de bijdrage van Gerard Mercator. Tevergeefs hadden Spaanse en Portugese wiskundigen gezocht naar een projectie die toeliet om het netwerk van loxodromen correct neer te slaan op een nautische kaart. Een loxodroom, of kompaslijn is een kromme lijn die alle meridianen onder een gelijke hoek snijdt, waardoor men de af te leggen weg op zee eenvoudiger kan berekenen. De uitdaging bestond erin om de loxodroom van de globe over te hevelen op kaart, om het zo gebruiksvriendelijker te maken voor de navigator. In 1541 was Gerard Mercator de eerste die loxodromen correct weergaf op zijn aardglobe. Maar het duurde tot in 1569 vooraleer hij erin slaagde om het geheel ook op een kaart toe te passen. Hij deed dit door de afstand tussen de parallellen met een vaste ratio te laten groeien. Omdat er nog steeds geen geschriften van Mercator teruggevonden zijn waarin hij zijn principes uitlegt, blijft het vooralsnog een raadsel welke formule hij toepaste voor de 'Mercator-projectie'. Daarom publiceerde Edward Wright in 1599 wel de onderliggende principes in zijn *Certaine Errors in Navigation Detected and Corrected*.

Mede door de systematische toepassing van de Mercator-projectie werd de kunst van het navigeren tijdens 17de eeuw meer en meer een wiskundige aangelegenheid. Al de voornoemde instrumenten dienden om via geometrische formules de gevonden hoek om te zetten naar het gezochte getal. Men maakte daarbij ook gebruik van allerhande tabellen. Om die verschillende stappen van omzetting overbodig te maken ontwikkelde men een nieuw soort van instrument dat bovendien kon gebruikt worden op nautische kaarten met een Mercatorprojectie. Dit was de sector, voor het eerst beschreven door Edmund Gunter in 1623 : *De Sectore & Radio*. Het instrument bestaat uit twee gegradueerde latten die kunnen scharnieren rond één gemeenschappelijk punt. De schalen laten toe om op een eenvoudige manier, via de regel van drie, nautische vraagstukken op te lossen. De sector werd zeer populair, en vele honderden exemplaren, in verschillende maten, zijn bewaard gebleven. Gunter ontwikkelde ook een 'vervolg' op de sector. Na de uitvinding van de logaritmes door Napier in 1614, paste Gunter dit principe toe op een rechte lat — of 'Gunter-schaal' — die eruit ziet als een opengeplooid sector van 180°. Het werd tezamen met een passer gebruikt. Tot diep in de 19de eeuw gebruikte zeelui de Gunter-schaal voor het oplossen van allerlei aritmetische berekeningen.

Uit de beschrijvingen van bovenstaande ontwikkelingen zou de lezer verkeerdelijk kunnen afleiden dat zeelui reeds voor 1650 voldoende controle over de fenomenen hadden om zorgeloos de oceaan te bevaren. Niets is minder waar.

De opeenvolgende doorbraken in de zestiende eeuw waren enkel de aanzet om het moeilijkste nautische vraagstuk op te lossen ; het bepalen van de lengtelijn op zee.

– De queeste voor de lengtegraad

Het bepalen van de lengtelijn op zee kon pas definitief opgelost worden dankzij de uitvinding van de chronometer door John Harrison tussen 1729 en 1735. Het was de kroon op het werk van vele geleerden die sinds circa 1550 oplossingen zochten voor het probleem. De verschillende voorstellen tijdens die tweehonderd jaar zijn van een zeer uiteenlopende aard : van een zeer wetenschappelijke benadering tot de meer fantasierijke. De motivatie om een afdoende methode te vinden voor het vastleggen van de lengte was groot ; niet in het minst omdat reeds in 1598 koning Felipe III van Spanje een forse geldprijs uitschreef voor de succesvolle uitvinder. Het Engelse parlement herhaalde deze wedstrijd in 1714. Frankrijk en Nederland namen ook initiatieven in die richting. De bemoeizucht van de overheid voor een op het eerste gezicht zuiver maritiem probleem verklaart zich als volgt : zonder de kennis van de lengtegraad was het onmogelijk om de nieuw ontdekte gebieden te beschrijven op een zeekaart. Hierdoor was het moeilijk om vast te leggen welk eiland aan welke staat toebehoorde. Een gevolg van deze onvolledige zeekaarten was het hoge aantal schipbreuken. Zulke verliezen lieten zich uiteraard voelen op economisch gebied, zodat de overheid verplicht was om acties te ondernemen.

Men kende wel een oplossing om op land de lengtelijn te bepalen. De astronomen uit de oudheid hadden hiervoor reeds een methode ontwikkeld : eenzelfde hemelfenomeen (bv. een komeet, of eclips van maan of zon) wordt op twee verschillende plaatsen met eenzelfde breedtegraad gemeten, de gekende afstand tussen de twee plaatsen, alsook het gekende verschil in tijd tussen de observaties is wat men nodig heeft om de lengte te berekenen. Een afgeleide van deze methode bleek ook de oplossing te bieden voor het probleem op zee. De Leuvense wiskundige — en leermeester van Gerard Mercator — Gemma Frisius stelde dit voor rond 1540 : indien men op zee de plaatselijke tijd kan vergelijken met de tijd van de haven van vertrek, kan men via het verschil tussen de twee de lengtegraad berekenen. Zoals eerder vermeld, duurde het tot in de 18de eeuw vooraleer men een reisklok kon maken die in haar werking niet beïnvloed werd door de beweging van het schip of grote klimatologische verschillen. De methode van Gemma Frisius kende dus geen onmiddellijke opvolging. In de plaats daarvan trachtte men met het bestaande arsenaal van instrumenten zo ver mogelijk door te dringen in het mysterie van de lengte. De twee belangrijkste pistes waren het kompas en meer verfijnde declinatie-instrumenten, of 'reflectie-instrumenten'.

Men stelde vast dat de afwijking van de kompasnaald tegenover het ware noorden niet constant was : ze veranderde afhankelijk van de positie op de Oost-

West as. Zodoende trachtte men een net van 'magnetische meridianen' op te tekenen. De kompassen die toen in gebruik bleken lang niet nauwkeurig genoeg om deze afwijking systematisch te noteren. Bovendien zijn de verschillen in afwijking lang niet van de orde dat ze zouden toelaten om er een plaatsbepaling uit af te leiden.

Een volgende, meer wetenschappelijke methode werd ontwikkeld dankzij de doorbraak van de telescoop rond het begin van de 17de eeuw. Men stelde vast dat de beweging van de planeten, en van de manen rond de planeten volgens een vast patroon verliep. Door dit patroon in tabellen te gieten werd de hemel eigenlijk één grote klok. Immers, indien men via een nauwkeurig meetinstrument de positie van een maan tegenover haar planeet, of tegenover een ander referentiepunt kon vastleggen en vervolgens dit meetresultaat vergeleek met de periodieke tabellen, kon men de tijd berekenen. Gallileo Gallilei observeerde een terugkerend patroon in de beweging van de manen rond Jupiter, wat hij dan ook vastlegde in tabellen. Hiermee dacht hij, tevergeefs, een oplossing te bieden voor het lengtelijn-probleem. Door de ontwikkeling van de telescoop, en de oprichting van nationale observatoria (Greenwich in 1675) konden er systematisch metingen van sterren uitgevoerd worden. Men kreeg ook een veel duidelijker beeld van het verloop van de maan. Hiervoor was het bijvoorbeeld eerst nodig om de wetten van Newton met betrekking tot de zwaartekracht toe te passen op de maanbeweging. Die resultaten werden gepubliceerd en vormden een rijk arsenaal aan informatie die nuttig bleek voor de op één na belangrijkste methode voor het bepalen van de lengtelijn : de methode van de 'lunaire afstanden'.

De Duitse astronoom Tobias Mayer stelde tabellen op met de veranderende afstanden, uitgedrukt in graden, tussen de maan en een reeks sterren, waaronder de zon. Het kwam er dus op aan om de meetresultaten op zee te vergelijken met de tabellen, zodat men een plaatsbepaling kon afleiden.

Om deze methode goed toe te passen was het nodig om met een nauwkeurigheid van 1 minuut te meten. Dit was niet mogelijk met het Davis-kwadrant, en daarom werden de zogenaamde 'reflectie-instrumenten' ontwikkeld. In 1731 stelde John Hadley de octant voor ; hetwelk een synthese was van een reflectie instrument dat reeds generaties voordien door Robert Hooke en Isaac Newton werd ontwikkeld. Het bestaat uit een gebogen schaal van 90° waarover een arm loopt. Deze arm roteert rond een vast punt en draagt op het scharnierpunt een spiegel ; wanneer de arm over de schaal beweegt, verandert aldus ook de hoek van de spiegel. Dan is er een tweede, vaste spiegel, geplaatst aan de zijkant van het instrument. De spiegels staan enkel parallel tegenover elkaar wanneer de index-arm op 0° staat. Tegenover die vaste spiegel is er een vizier. Wanneer men nu een hemellichaam observeert, richt men het instrument via het vizier op de horizon. Dan kijkt men naar de vaste spiegel en roteert zachtjes de index-arm totdat het gezochte hemellichaam zichtbaar wordt. Wat men dus eigenlijk doet is het hemellichaam 'neerslaan' op de horizon. Wanneer

men de zon als referentiepunt neemt, kan men filters tussen de twee spiegeltjes schuiven om verblinding te vermijden. De octant had voordelen tegenover het Davis-kwadrant : veel gebruiksvriendelijker en nauwkeuriger. De schaal zelf was meestal onderverdeeld tot 20 minuten, maar door op de index-arm een Vernier-schaal aan te brengen was het zelfs mogelijk om een nauwkeurigheid van 1 minuut per graad te bekomen.

De octant voldeed aan vele verwachtingen, maar toch werd het één generatie later al vervangen door de sextant. John Campbell was het die in 1769 voorstelde om in plaats van 90° ($2 \times 45^\circ$), een schaal van 120° ($2 \times 60^\circ$) op de boog te zetten. Zodoende kreeg het instrument een ruimer bereik. Het materiaal van het instrument veranderde ook : messing in plaats van hout. Hierdoor werden de instrumenten steviger. De sextant werd al snel een populair maritiem instrument, dat aan boord van de schepen gebruikt werd in combinatie met de *Nautical Almanac* die de Britse Admiraliteit vanaf 1768 publiceerde.

Het belangrijkste — en moeilijkste om te maken — onderdeel van de sextant was de schaalverdeling op de boog. Reeds bij de ontwikkeling van de octant zocht men naar methodes om dit op een systematische en hoogst nauwkeurige basis te doen. Een belangrijke doorbraak hierin was de uitvinding in 1770 van de 'circular dividing engine' door Jesse Ramsden. Met dit toestel was het mogelijk om een hele fijne schaalverdeling te graveren op de boog van een sextant.

Parallel aan deze instrumenten werd een derde reflectie instrument ontwikkeld : de zogenaamde Borda-cirkel, of de 'reflectie-cirkel'. De uitvinder ervan is de reeds eerder genoemde Tobias Mayer in 1754, maar de Fransman Charles Borda maakte ze zo nauwkeurig dat het instrument zijn naam is gaan dragen. Het verschil van de sextant is dat de schaal een volledige cirkel beslaat. Hierdoor was het mogelijk om hoeken te meten tot 180° .

De methode van de 'lunaire afstanden' kwam de zeeman, die zijn sextant en *nautical almanac* goed wist te gebruiken, goed van pas. Een belangrijk obstakel bleef evenwel de afhankelijkheid van het weer : bij een bewolkte hemel was het immers onmogelijk metingen uit te voeren. Daarom werd er ook veel energie gestoken in de ontwikkeling van een reisklok om de voornoemde methode van Gemma Frisius te kunnen toepassen. Het bleek echter niet eenvoudig om een uurwerk/chronometer te bouwen die haar nauwkeurigheid behield op zee ; de deining bracht telkens het pendulum-ontsnappingsysteem in de war, en de grote klimatologische verschillen bleken ook een nefast effect op de delicate chronometers te hebben. John Harrison was de eerste die beide obstakels kon neutraliseren. In 1735 stelde hij aan het Engelse parlement zijn chronometer 'Nummer 1' voor. De chronometer werd het jaar nadien getest tijdens een reis naar Portugal, en de resultaten waren schitterend. Daarom kreeg Harrison een uitkering om het instrument nog te verbeteren. Er volgden dan drie andere chronometers, telkens compacter in formaat : 'Nummer 2' (1739),

'Nummer 3' (1757) en tenslotte 'Nummer 4' (1758). De laatste werd getest tijdens een reis naar Jamaica in 1761-62. De reis duurde 81 dagen. Bij aankomst in Portsmouth bleek dat er slechts een verlies van vijf seconden was. Hiermee was de betrouwbaarheid van de Harrison-chronometer onomstootbaar bewezen. Het duurde echter tot in 1773 vooraleer de Engelse 'Board of Longitude' aan Harrison de prijs toekende. De oorzaak voor deze vertraging was een lang aanslepende polemiek met de aanhangers van de methode gebaseerd op 'lunaire afstanden'. De chronometers werden snel nadien standaard uitrusting op zeeschepen, en reeds op het einde van de 18de eeuw waren er gespecialiseerde klokmakers. De belangrijkste onder hen zijn John Arnold en Thomas Earnshaw in Londen, en Ferdinand Berthoud en Louis Breguet in Parijs.

Het gebruik van de chronometer voor plaatsbepaling verwierf burgerrecht tijdens de 18de eeuw: het bleek een betrouwbare en gebruiksvriendelijke methode. Een direct gevolg hiervan was de mogelijkheid om meer nauwkeurige kaarten te tekenen: het bleek immers mogelijk om de plaatsing van nieuw ontdekte gebieden beter te beschrijven en in kaart te brengen.

- BENNETT, J.A., *The Divided Circle. A History of Instruments for Astronomy, Navigation and Surveying*, Oxford, 1987.
- COTTER, Ch.H., *A History of Nautical Astronomy*, Londen, 1968.
- COTTER, Ch.H., *A History of the Navigator's Sextant*, Glasgow, 1983.
- DAUMAS, M., *Les instruments scientifiques aux XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècles*, Parijs, 1953.
- GOULD, R.T., *The Marine Chronometer. Its History and Development*, Londen, 1925.
- HEWSON, J.B., *A History of the Practice of Navigation*, Glasgow, 1951.
- HOWSE, D. en Sanderson, M., *The Sea Chart. An Historical Survey based on the Collections in the National Maritime Museum*, Londen, 1983.
- HOWSE, D., *Greenwich Time and the Discovery of the Longitude*, Oxford, 1980.
- SELLÉS, M., *Instrumentos de Navegación del Mediterráneo al Pacífico*, s.l., s.d.
- TAYLOR, E.G.R., *The Haven-Finding Art: A History of Navigation from Odysseus to Captain Cook*, Londen, 1959.
- TAYLOR, E.G.R. en RICHEY, M.W., *The Geometrical Seaman. A Book of Early Nautical Instruments*, Londen, 1962.
- TURNER, A.J., *Early Scientific Instruments. Europe 1400-1800*, Londen, 1987.
- WATERS, D.W., *The Art of Navigation in Elizabethan and Early Stuart Times*, Londen, 1958.

ABSTRACT

Survey of most important instruments of navigation until the chronometer being used.

This essay presents a survey of the most important instruments for navigation. Up to the middle ages, only few instruments were used ; the empirical knowledge of winds, currents, stars and the shape of the coastline was sufficient for seamen. The compass makes its first appearance in Europe towards the end of the thirteenth century, almost together with the Portulan charts.

The real challenge occurred when, early in the 15th century, the Portuguese sailed southwards down the African coastline, and when the Spaniards crossed the Atlantic in 1492. The fact that Columbus assumed his point of arrival in India, clearly illustrates that the available instruments and maps were insufficient for crossing the oceans.

The instruments devised from then onwards share the same point of departure : to establish one's latitude by measuring the angle between a celestial body and the horizon. Subsequent instruments were the quadrant, nocturnal, mariner's astrolabe and the nautical ring. They are all designed with a graduated circle on top of which moves a lineal or string. Another type of instrument was the Jacob staff.

The sixteenth century is a moment of change because of the systematic foundation of navigation schools and a better usage of the compass in combination with increasingly improved sea maps. The Mercator projection further allowed the construction of accurate maps.

From then onwards navigation becomes a mathematical exercise, so that the sector was devised to simplify the many calculations.

The essay terminates with the finding of the longitude. In order to solve this enigma, two different avenues were explored, which both stimulated the emergence of new instruments. The so-called reflection instruments on one side (octant, sextant, Borda circle) and the marine chronometers on the other side.

TEMPERATUURMETINGEN OP ZEE IN DE 18DE EEUW ¹

DOOR

C. KONINCKX

Inleiding

In de 18de eeuw groeien een aantal wetenschappen los van de gemeenschappelijke stam waaruit zij zich tot dan toe weinig of niet hadden geprofileerd. Als gevolg van de intercontinentale reizen, die in die eeuw in het kader van de handelsvaart bijna routine zijn geworden, wordt de kennis over de verre streken die men bezoekt meer en meer uitgediept. Belangstelling gaat uit naar de kennis van de zeeën die men doorkruist : men tracht de windsystemen en zeestromingen te doorgronden en in kaart te brengen ; men corrigeert bestendig de zeekaarten of zeespiegels dankzij precisering van de lengtemeting. De contouren van kustgebieden worden hertekend, banken en ondiepten worden op kaart vastgelegd, eilanden worden exacter gesitueerd. Het lange oponthoud in vreemde gebieden laat toe nieuwe en exotische fauna en flora te bestuderen, maar ook de vreemde volkeren. Kortom, volkenkunde, plant- en dierkunde ontwikkelen zich tot volwaardige wetenschappen, maar ook de aardrijkskunde, de oceanografie, de meteorologie en zelfs de economie.

Niet alleen de verruiming van de horizon heeft tot deze ontwikkeling bijgedragen ; ook de methodiek waarmee aan onderzoek wordt gedaan. Gegevens worden systematisch verzameld, beschreven en vergeleken. Wetenschappelijke theorieën worden uitgewerkt en getoetst. Dat de scheepvaart, en vooral de lange vaart, zich hier uitstekend voor leende, ligt voor de hand, hoewel de motivatie voor wetenschapsbeoefening in dat milieu niet onmiddellijk onbaatzuchtig kan genoemd worden. Het was geen wetenschap om de wetenschap. Het uitdiepen van de kennis van zeeën en gebieden, had een hogere rendabiliteit en efficiëntie van de handelsvaart als doelstelling, en soms ging het om een nog meer 'verheven' doel : „Door onderzoek hoopte men de landbouw, de handel en de

1. We zijn Dr. Gaston Demarée van het *Koninklijk Meteorologisch Instituut van België* bijzonder dankbaar voor het nauwgezet doornemen van ons manuscript, voor het suggereren van correcties, alsook voor het aanreiken van aanvullende informatie.

welvaart te bevorderen, opdat uiteindelijk een betere bij voorkeur christelijke, samenleving zou ontstaan".²

De grote handelscompagnieën hebben hierin een belangrijke rol gespeeld, maar toch wisselvallig. In 1713 schreef Witsen, één der Heeren XVII van de V.O.C., nog : „*Onse kooplyden zijn gants niet curieus, en seer onbedreven in geleertheit.*”

Inderdaad, niet overal en altijd, was de bijdrage tot het natuuronderzoek evident. In de VOC, bijvoorbeeld, werd de wetenschapsbeoefening nu eens gestimuleerd, dan weer werd het publiceren van de resultaten afgeremd, of werd het onderzoek zelfs eenvoudigweg verboden.³

Echte ontdekkingsreizen of authentieke wetenschappelijke expedities waren weliswaar niet de zaak van de handelscompagnieën. Voor dergelijke ondernemingen zal het initiatief uitgaan van de overheid, omdat de logistieke en financiële implicaties niet meer door het privé-initiatief kunnen worden gedragen. Met medewerking van geleerde genootschappen en academies, die zowel de wetenschappelijke instrumenten als de meevarende wetenschapslui ter beschikking stellen, zullen vanaf het midden van de 18de eeuw wetenschappelijke expedities georganiseerd worden, die de volle steun genieten van de overheid. Van een internationale samenwerking in de echte zin van het woord is nog geen sprake, maar toch heeft reeds een informele uitwisseling plaats van gegevens en instrumenten.⁴

In de eerste helft van de 18de eeuw, zal het wetenschappelijk onderzoek zich nog hoofdzakelijk beperken tot het verzamelen van gegevens. Dat is de eerste fase van de wetenschapsbeoefening. In eerdere bijdragen wezen wij in dit verband op de waardevolle informatie en documentatie die scheepsdocumenten bevatten. We maakten toen een onderscheid tussen de verscheiden en zeer verschillende journalen die aan boord van compagnieschepen voorkwamen : logboeken en scheepsjournalen bijgehouden door beroepslui zoals bevelvoerders en stuurman, naast journalen of dagboeken geschreven door supercargo's, scheepsaalmoezeniers, of nog reisbeschrijvingen van de hand van meevarende gelegenhedauteurs.⁵

2. J. VAN GOOR, *Handel en wetenschap*. In : *VOC en Cultuur. Wetenschappelijke en culturele relaties tussen Europa en Azië ten tijde van de Verenigde Oostindische Compagnie*. J. Bethlehem & A.C. Meijer (edit.) Coll. *Thesaurus*, VII, Amsterdam, 1993, p. 5.

3. K. VAN BERKEL, *Een onwillige mecenas ? De rol van de VOC bij het natuurwetenschappelijk onderzoek in de zeventiende eeuw*. In : *Handel en wetenschap... op.cit.*, p. 57.

4. E. TAILLEMITE, *La Mer au XVIII^e siècle*. In : *La Mer au siècle des Encyclopédies*. J. Balou (edit.) Coll. *Littérature des voyages*, II, Parijs-Genève, 1987, pp. 21-22.

5. C. KONINCKX, *Zuidnederlanders in vreemde dienst buitengaats. Een schakel in de overdracht van nautische kennis in de 18de eeuw*. In : *Nautische en hydrografische kennis in België en Zaïre. Historische Bijdragen*. Coll. *Collectanea Maritima*, III (Koninklijke Academie van Wetenschappen, Letteren & Schone Kunsten van België), Brussel, 1987, pp. 56-64.

Officiële scheepsdocumenten zoals logboeken en scheepsjournalen bevatten dagelijkse aantekeningen m.b.t. de koers van het schip, de windrichting en windsterkte, de stroming en de kleur van het water, de weersgesteldheid, de diepte, de lengte- en breedtebepalingen, de afgelegde afstand, de variatie van het kompas. Het logboek wordt uur na uur door de stuurman van wacht aangevuld. Op basis van dit logboek werd het scheepsjournaal opgesteld. Het logboek was dus een werkinstrument dat vaak de sporen van het dagelijks en veelvuldig gebruik vertoont, terwijl het scheepsjournaal opviel door zijn mooi afgelijnde kolommen en het regelmatig handschrift. Op het einde van de eeuw, zal de administratie van de Marine in Frankrijk het scheepsjournaal standaardiseren en schriften met vóórgedrukte kolommen ter beschikking stellen.⁶ Niet zelden legden de reders de verplichting op aan kapitein *en* stuurlui om elk een journaal bij te houden en bij thuiskomst te overhandigen. De bedoeling was aan de hand van de informatie die de scheepsjournalen bevatten, de reders in staat te stellen de exploitatie bij te sturen en te plannen voor de toekomst.

Het is evident dat bovengenoemde scheepsdocumenten in hoofdzaak navigatiegegevens bevatten. Andere gegevens hebben echter betrekking op meteorologische of astronomische verschijnselen, of ook nog op natuurkundige fenomenen *sensu lato*, die men vandaag tot de aardrijkskunde, de plant- of dierkunde rekent. Meestal beperken de notities zich tot het vermelden en beschrijven van waarnemingen. Van scheepsofficieren kon men moeilijk verwachten dat zij tegelijkertijd wetenschappelijke theorieën ontwikkelden, op basis van observaties die niet in rechtstreeks verband stonden met de navigatie.

Dat lag enigszins anders met de aantekeningen in gewone journalen of dagboeken en in reisbeschrijvingen. Deze bevatten doorgaans minder nautische gegevens, terwijl hun auteurs meer oog hebben voor wat niet tot de routine behoort; bijgevolg voor wat minder raakvlakken met de scheepvaart vertoont. Geografie, volkenkunde, plant- en dierkunde vormen disciplines die vooral beoefend worden door scheepsaalmoezeniers of predikanten, scheepsdokters of chirurgijnen, m.a.w. opvarenden die van een academische vorming hadden genoten en bovendien zowel aan boord als te lande in den vreemde over een marge aan vrijheid en vrijetijd beschikten. Dat liet hen toe om zich aan hun 'passies' te wijden. Het was niet zeldzaam dat deze categorie varenslui door een universiteit of een wetenschapsacademie met specifieke wetenschappelijke opdrachten werden belast.

Tenslotte was het niet ongebruikelijk dat jongere opvarenden, zoals adelborsten, 'midshipmen' of kadetten die aan een opleiding begonnen waren, eveneens met natuurwetenschappelijke opdrachten werden bedacht.

In deze bijdrage willen wij aandacht schenken aan meteorologische waarnemingen in scheepsdocumenten, meer bepaald temperatuurmetingen. In de

6. E. TAILLEMITE, *op.cit.*, p.29.

18de eeuw is dat op zich vrij nieuw ; in de historische literatuur werd dat tot nog toe weinig of niet bestudeerd. We hebben wel een onuitgegeven doctoraatsverhandeling gevonden gewijd aan de studie van de weersomstandigheden op zee in de 18de eeuw, gebaseerd op de analyse van scheepsjournalen m.b.t. een 435 reizen. Maar ontgoocheld moest de auteur vaststellen : „... nous n'avons trouvé aucun report sérieux des hauteurs barométriques au cours d'un voyage normal. Il en est de même pour les températures. Le thermomètre, inventé à la fin du XVI^{ème} siècle ne figure pas parmi les instruments de navire d'alors. Il est vrai que c'est l'époque où l'on cherche à définir l'unité de mesure.... et que ces instruments sont encore peu utilisés sur terre. Il ne venait pas à l'esprit d'un marin de s'occuper des températures pas plus, d'ailleurs, que des quantités d'eau tombée...”.⁷

1. Korte geschiedenis van de thermometer en van de temperatuurmeting

De klassieke meteorologie heeft zich aanvankelijk ingelaten met de studie van zeer uiteenlopende fenomenen zoals wind, neerslag, windhozen, noorderlicht tot zelfs aardbevingen. Ook temperatuurmetingen moeten hiertoe gerekend worden.

Rond 170 vóór onze tijdrekening, had Galenius in zijn medische tractaten aangedrongen op het invoeren van een neutrale standaardtemperatuurschaal, gebaseerd op eenzelfde volume water op kook- en op vriespunt. De oudste instrumenten die gebruikt werden om de temperatuur te meten werden thermoscopen genoemd. Een glazen kolffles met lange hals en die gedeeltelijk luchtledig was gemaakt, werd omgekeerd in een vloeistofbad gedompeld. De vloeistof steeg tot op zekere hoogte in de kolffles. Afhankelijk van de opwarming of afkoeling van de in de kolf resterende lucht, steeg of daalde de vloeistof in de hals van de fles. Het aanbrengen van een schaalverdeling maakte het mogelijk temperatuurschommelingen af te lezen. Kortom, de thermoscopie stelde in staat temperatuurverschillen van de lucht waar te nemen.

De thermoscopie geraakte ietwat in onbruik, tot Galileo Galilei (1564-1642) omstreeks 1592 ze herontdekte en vanaf 1610 zich met nieuwe proefnemingen inliet. Er wordt verondersteld dat Galilei wijn als vloeistof gebruikte, terwijl de lucht in de kolffles nog steeds als medium werd gebruikt. Reeds vóór 1612 voerde Santorio Santorio (1561-1636) een decimale schaalverdeling in, waarbij de extremen bepaald werden door de temperatuur van sneeuw enerzijds, en de hitte van een kaarsvlam anderzijds.⁸

7. C. DANEY, *Recherches concernant le temps qu'il a fait au XVIII^e siècle sur l'Atlantique-Nord, entre les 50^e et 40^e parallèles, d'après les journaux de navigation. Etude sur 30 ans, 1722-1751.* [thèse III^e cycle – Université de Paris IV] [niet gepubliceerd] [1978], p. 56.

8. *Histoire générale des sciences.* O.l.v. R. Taton, vol.II : *La Science moderne (de 1450 à 1800).* Parijs, 1969, p. 534.

In 1641 vervaardigde Antonio Alamanni voor rekening van Ferdinand II de Medici, groothertog van Toscanië, de eerste gelode thermometer, waarbij nu de vloeistof als medium de temperatuurschommelingen aangaf. In deze thermometer, ook wel eens Florentijnse thermometer genoemd, werd wijnspritus of verdunde alcohol gebruikt. De schaal was in 50 graden verdeeld ; een vaste graadwaarde voor het nulpunt ontbrak.⁹ De Florentijnse thermometer werd zowat overal in Europa nagemaakt, met willekeurige meetschalen die van 150 tot 400 graden varieerden.¹⁰

In 1664 voegde de Engelsman Robert Hooke (1635-1703) een rode kleurstof toe aan de alcohol. Bovendien verfijnde hij de schaal : elke graad beantwoordde aan een gelijknamige stijging van de vloeistof. Hooke toonde dus aan dat een standaardschaal mogelijk was, ongeacht de lengte van de thermometer. Het zou echter tot in 1702 duren vooraleer de kalibrering van de thermometers werd ingevoerd. Dat was het werk van de Deense astronoom Ole Rømer (1644-1710) die de schaal tussen twee punten vastlegde ; namelijk het koken van water en het smelten van sneeuw.¹¹

Ook de Jezuïet Ferdinand Verbiest (1623-1688) had proefmetingen met een zogeheten thermoscoop¹² uitgevoerd, meer bepaald met een thermo-baroscoop : dit is een instrument dat ook onderhevig was aan schommelingen van de luchtdruk. Nog in de 17de eeuw hadden de scheikundige J.-B. Van Helmont (1577-1644) en de wiskundige R.-F. de Sluse (1622-1685) thermometers vervaardigd. De thermometer van Van Helmont werkte op basis van water en was dus een thermo-baroscoop ; die van de Sluse op zoutwater.¹³

Een doorbraak in het vervaardigen van thermometers moet aan Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736) worden toegeschreven. Als vloeistof introduceerde hij in 1724 het kwikzilver : het voordeel is dat het thermisch uitzetten van kwik gemakkelijk waarneembaar is en zeer gelijkmatig verloopt. Bovendien kleeft kwikzilver niet op glas, en bij hoge en lage temperatuur blijft het in vloeibare vorm. Tenslotte vergemakkelijkt de zilverkleur het aflezen. Ook op het vlak van de kalibrering boekte Fahrenheit vooruitgang. In zijn schaal staat 212° F voor het kookpunt van water en 32° F voor het vriespunt : tussen beide gemerkte aggregatietoestanden omvat de schaalverdeling 180 graden. Het nulpunt van de Fahrenheitschaal stemt overeen met de temperatuur van een oplossing ammoniumchloride (NH₄Cl). Zijn schaalindeling had tot doel

9. *Instruments of Science. An Historical Encyclopedia*. R. Bud & D.J. Warner (edit.) New-York - Londen, 1988, p. 615.

10. M. DAUMAS, *Les Instruments scientifiques aux XVII^e et XVIII^e siècles*. Coll. *Bibliothèque de Philosophie contemporaine. Philosophie des Sciences*. Parijs, 1953, p. 78 et sq.

11. *Instruments of Science...op.cit.*, p. 616. R.H. ROMER, *Temperature scales : Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Réaumur and Rømer*. In : *The Physics Teacher*, 1982, p. 450 et sq.

12. De thermoscoop is een voorloper van de thermometer.

13. L. DUFOUR, *Esquisse d'une histoire de la météorologie en Belgique*. (Coll. *Institut royal de météorologie de Belgique, Miscellanées*, vol.XL) Brussel, 1950, p. 16.

negatieve getallen te vermijden. Uiteindelijk stelde Fahrenheit ook nog vast dat het kookpunt van water varieerde in functie van de luchtdruk. Fahrenheit legde dus als eerste het verband tussen temperatuur en atmosferische druk.

De thermometer van Fahrenheit was vooral in gebruik in Duitsland, in Groot-Brittannië en in de Oostenrijkse Nederlanden, terwijl in Frankrijk die van de Fransman de Réaumur de voorkeur genoot. René de Réaumur (1683-1757) stelde in 1730 een thermometer op punt op basis van de uitzetting van wijnspiritus, maar waarbij hij rekening hield met slechts één vast punt, met name het vriespunt van water.¹⁴

Tijdens de eerste helft van de 18de eeuw, heeft men zich blijkbaar in bijna alle Europese landen toegelegd op het fabriceren van thermometers. En hoewel men zich op Fahrenheit of de Réaumur beriep bij het vervaardigen van thermometers, toch verschilden de copieën erg met de originele. In Zweden vervaardigde Anders Celsius (1701-1744) in 1742 een kwikthermometer, waarbij de schaal in honderd gelijke graden was ingedeeld. Het nulpunt (0°) gaf het kookpunt van water aan, 100° het vriespunt. Een leerling van Celsius, Mårten Strömer, zette na diens dood de experimenten voort en koppelde de problematiek van de thermometer aan die van de barometer. Daniel Ekström uit Stockholm, instrumentenbouwer van de *Academie van Wetenschappen*, was Strömer hierbij behulpzaam. Zij verbeterden in 1750 de thermometer van Celsius en inverteerden de schaal. Het kookpunt van water werd op 100° vastgelegd, het vriespunt op 0°. In tegenstelling tot de Fahrenheitthermometer, werkt de schaalverdeling van Celsius met minusgraden. Het gevolg was dat deze nieuwe thermometer naar hen genoemd werd; deze Ekström-Strömerthermometer, die in Zweden algemene ingang vond, werd gedurende de hele 18de eeuw ook nog wel eens de Zweedse thermometer genoemd.¹⁵

Pas in de 19de eeuw zal de Kelvinschaal worden ingevoerd – naar de uitvinding van de Engelsman William Thomson (1824-1907), geadeld als lord Kelvin. Het absolute vriespunt werd op -273,16° C vastgelegd. Hier moet gepreciseerd worden dat de huidige Celsiusschaal eerst in 1948 officieel werd, omdat de thermometer van Celsius, weliswaar in centigraden uitgedrukt, een aanpassing had gevergd in functie van een standaard atmosferische druk. Bij 1 druk atmosfeer kookt water op 99,975° C – i.p.v. op de 100° van de geïnverteerde Celsiusschaal. Voortaan zou deze waarde aan de basis liggen van de hedendaagse Celsiusschaal. Trouwens, tot 1948 drukte men de temperatuur uit in centigraden i.p.v. Celsiusgraden. Er werd dan ook rekening gehouden met het 'triple point' van water, namelijk 0,01° C, d.i. de temperatuur waarop water, ijs en waterdamp in evenwicht zijn.

14. *Instruments of Science ...ibid.*

15. N.V.E. NORDENMARK, *Anders Celsius 1701-1744. (The Swedish Institute)*, Stockholm, 1952, p. 72. In de literatuur wordt het inverteren van de Celsiusschaal vaak verkeerdelijk aan Linné toegeschreven.

Kortom, de historiek van de thermometer toont aan dat in het begin van de 18de eeuw wetenschapslui druk bezig waren met het oppuntstellen van het instrument. Dat had voor gevolg dat de klimatologie, tot dan toe nog in haar kinderschoenen, zich vrijwel uitsluitend beperkte tot het optekenen van temperatuurwaarden. Men was zich bewust van het gebrek aan precisie, dat verschillende types van thermometers in gebruik waren en dat van eenzelfde type de kalibrering van instrument tot instrument verschilde.¹⁶

Achttiende eeuwse wetenschapslui onderhouden met elkaar een drukke briefwisseling, waarbij temperatuurwaarnemingen worden uitgewisseld. Onder de auspiciën van de *Académie des Sciences* en het *Observatoire* te Parijs komt in die kontekst een wereldwijd netwerk tot stand: Bouillet te Béziers, Marco-relle in Toulouse, Tully in Duinkerke, Outhier in Bayeux, Wargentin – secretaris van de *Academie van Wetenschappen* – in Stockholm, Celsius in Uppsala, Toaldo in Padua, Gabry in Den Haag, Gauthier in Québec, Alzate y Ramirez in Mexico.¹⁷ Reizigers en missionarissen rapporteren over hun waarnemingen, genoteerd tijdens hun verre verplaatsingen of hun verblijf in vreemde oorden.¹⁸

Zoals gezegd, het beperkte zich allemaal tot het verzamelen van temperatuurgegevens. Verbanden werden nog niet gelegd en uiteindelijk waren de waarnemingen niet steeds vergelijkbaar. Zowel de Réaumur als van Swinden zullen hiertoe pogingen ondernemen.¹⁹ Anderzijds waren de omstandigheden waarin de metingen werden uitgevoerd niet altijd gedefinieerd. Sommigen plaatsten de thermometer gewoonweg in de zon, anderen stelden die bloot aan weer en wind, terwijl nog anderen het meetinstrument beschut opstelden. Het verband met de luchtdruk werd evenmin gelegd.

2. Temperatuurmetingen op zee

Proefmetingen werden voornamelijk te lande uitgevoerd. Nochtans zal men vrij spoedig ook metingen op zee uitvoeren. Aan de hand van notities in scheepsdocumenten blijkt dat in diezelfde eerste helft van de 18de eeuw, temperatuurmetingen op zee worden uitgevoerd.

Op 28 mei 1721 vaart de *Sint-Pieter* vanuit Oostende naar de kust van Coromandel, naar Goa en Soerat. Het is één van de vóóruitredingen van de Oostendse Compagnie. Hiervan is een journaal bewaard gebleven van scheeps-

16. N. BROU, *La Géographie des Philosophes. Géographes et voyageurs français au XVIII^e siècle*. (Association des Publications près les Universités de Strasbourg – Fondation Baulig) Parijs, [1975], p. 435.

17. *Idem*, p. 436.

18. *Ibid.* La Caille deed opmetingen op de Kaap de Goede Hoop, Boudier in Chandernagor, Amiot in Peking, Guetlard in Warschau en Delisle in Rusland.

19. R.A. FERCHAULT DE REAUMUR, *Règle pour construire des thermomètres dont les degrés sont comparables*. (*Mémoires de l'Académie des Sciences*), 1730, pp. 452-507. J. H. VAN SWINDEN, *Dissertation sur la comparaison des thermomètres*, 1778.

almoezenier Michael De Febure uit Gent.²⁰ Een echt scheepsjournaal is het niet : lengte- en breedtemetingen worden pas opgetekend als de *Sint-Pieter* voorbij Madagascar een goed stuk op de terugreis zit. Hoewel de koers van het schip in grote trekken kan gereconstrueerd worden, toch is het niet mogelijk de reis in detail op kaart te brengen. Dat is des te spijtig, omdat De Febure regelmatig temperatuurmetingen heeft genoteerd. Weliswaar niet voor elke dag, maar bijna toch. Als voorbeeld van temperatuurmetingen op zee is dat voor de vroege 18de eeuw een unicum.²¹

Spijtig genoeg gaat het om een ondefinieerbare meetschaal die, tot op een $\frac{1}{8}$ graad, varieert tussen 0 en 8 graden. De laagste of koudste temperatuur is $\frac{1}{2}^{\circ}$, opgetekend op 4 oktober 1721 op de zuidelijke breedten van de 'roaring forties', tussen Kaap de Goede Hoop en het eiland Sint-Paul. De hoogste temperatuurwaarde is 8 graden, gemeten op 12 november 1721, als de *Sint-Pieter* koers zet naar Goa. Vermoedelijk gaat het om een schaal waarbij nul graden bij het vriespunt van water ligt. Immers op 31 augustus 1721, op een breedte om Kaap de Goede Hoop te doubleren – en die pas op 13 september wordt geobserveerd – noteert De Febure 1 graad en hij specificeert '*redelycke caude*'. Hij voegt er onmiddellijk aan toe : „*Het was tegenwoordigh wel soo coel en caut als het bij ons ordinaris is tussen Januarie en Februarie wesende by ons het afgaen van ons winter, want het hier nu oock soo is, vermits hunne winter nu begint af te gaen.*”

Misschien geeft de thermometer van De Febure niet eens minusgraden aan ; want, zoals we reeds aanstipten, duidt hij op 4 oktober 1721 slechts een halve graad aan en de dag daarop, op 5 oktober, schrijft de auteur in zijn journaal : „*Het thermometrum stont heden op het teeken tempere onder den eersten gradus caloris, oft het leliken.*”

In Indië, in de omgeving van Ceylon, in Goa, in Calecut en iets minder in Soerat, worden de warmste temperaturen geregistreerd. In Soerat noteert De Febure de grootste schommelingen tussen dag- en nachttemperaturen : „*Nota dat het thermometrum hier doorgaens maer en stont op 5.graden caloris, en dat de nachten hier soo koel en cauter waeren als by ons $\frac{1}{2}$ [= midden] september. Op den dagh was het seer werm en den avont stont, den nacht en smorghens stont merkelyk koel dat men het vier wel saüden ghebruycken (31 augustus)*”.

De auteur van het journaal legt verscheidene malen een verband tussen de daling van de temperatuur en de windsterkte, vooral wanneer de *Sint-Pieter* van een gunstige moesson- of passaatwind geniet. Op de terugtocht, even voorbij Madagascar, is de temperatuur nog maar de helft van de metingen genoteerd in

20. RUG. FHH. Ms. 929. De auteur noemt zich „cappelaen” en spelt zijn naam Michael De Febure. N. LAUDE [La Compagnie d'Ostende et son activité au Bengale (1725-1730) (Institut Royal Colonial Belge. Section des Sciences Morales et Politiques. Mémoires, vol.XII, fasc.1, Brussel, 1944, p. 231] spelt echter Lefèvre.

21. We zijn Dr. Jan Parmentier bijzonder dankbaar om ons op het bestaan van dit journaal te hebben gewezen.

Indië : „Soo dat het hier is een onghestadigh rauw chaisoen [= seizoen], ghelyck by ons omtrent den S. Baefs Tyt [= 1 oktober] (3 mei 1722)”. Het verband met de aflandige moesson ligt voor de hand.

Op 20 juli 1722, de *Sint-Pieter* bevindt zich op 14°95 <sic> NB en 344°47 lengte, noteert De Febure : „*Het thermometrum stont noch eens maer omtrent 6. grad : caloris. Dit naerghelighen verschil comt dickmals voort omdat het den eenen dag koelder waeyt als den anderen want hoe minderen wint, hoe meer wy de hitte van sonne ghevoelen.*”

Voor ons is dat zoveel als een open deur intrappen ; voor de achttien-deëeuwer is het dat niet ; want temperatuurmetingen zijn nog experimenteel en is het leggen van verbanden nieuw.

Vanaf 5 mei 1722 zou de reis van de *Sint-Pieter* iets meer precies in kaart kunnen worden gebracht, vermits lengte- en breedtebepalingen in het journaal opduiken ; bijgevolg zouden de temperatuurwaarden tegelijkertijd kunnen gekoppeld worden aan de positie van het schip op zee. Maar zoals we het reeds lieten opmerken, kennen we het principe van de gebruikte temperatuurschaal niet. Conversies kunnen dus niet uitgevoerd worden. De koppeling van positie van het schip met de temperatuurwaarden is voorlopig dus niet zinvol.

Misschien zijn de temperatuurwaarden opgetekend aan boord van de *Sint-Pieter* niet de oudste ; ze zijn in elk geval bijna een halve eeuw ouder dan wat Dufour voor de oudste meteorologische observaties aanneemt, opgetekend door de geestelijke Jean Chevalier tussen 1763 en 1773.²² Even later, in 1775, 1776 en 1777, noteerde een andere geestelijke, Théodore-Augustin Mann (1735-1809) temperatuurwaarden opgemeten in Nieuwpoort.²³ Het is verwonderlijk dat in de Oostenrijkse Nederlanden de temperatuur eerst op zee werd gemeten, en pas veel later te lande.²⁴

In de Zweedse Oost-Indische Compagnie was men op dat vlak zeer ijverig. Misschien is dat niet verwonderlijk, gelet op de traditie van wetenschaps-beoefening in dat milieu, gevoerd onder de auspiciën van de universiteit van Uppsala en de *Koninklijke Academie van Wetenschappen* te Stockholm, niet in

22. L. DUFOUR, *op.cit.*, p. 18. Tussen 1763 en 1773 werden maxima en minimatemperaturen genoteerd door J. Chevalier die ze publiceerde in het eerste volume van de *memoires* uitgegeven door de *Société Littéraire de Bruxelles*, gesticht in 1769 onder auspiciën van graaf de Cobenzl, en later, in 1772, omgedoopt tot de *Keizerlijke en Koninklijke Academie van Wetenschappen en Schone Kunsten* van Brussel door keizerin Maria-Theresia.

23. G.R. DEMAREE, A.F.V. VAN ENGELN & H.A.M. GEURTS, *Les Observations météorologiques de Théodore-Augustin Mann effectuées à Nieuport en 1775, 1776 et 1777*. In : *Ciel et Terre*, CX, 1994, 2, pp. 41-48. Id., *The Meteorological Observations of T.-A. Mann at Nieuport in 1775, 1776 and 1777 placed in a context of the XVIIIth century European scientific co-operation*. In : *Proceedings of the Second Meeting of the North European Sub-Group on Historical Climatology*, Tallinn (Estonia) September 29 – October 1, 1994, in : *Paläoklimaforschung – Palaeoclimate Research*, VII, 1994, special issue 2, pp. 71-85.

24. G. Demarée wees ons ook nog op het bestaan van de dagelijkse waarnemingen van 1767 tot 1794, opgetekend door Godart, geneesheer te Verviers.

het minst onder impuls van de beroemde Linné.²⁵ En dat de Zweed Anders Celsius druk in de weer was met het vervaardigen van thermometers, vormt ongetwijfeld een doorslaggevend argument voor de vroege temperatuurmetingen op zee bij de Zweden. Celsius was astronoom en fysicus. In 1730 werd hij professor in de sterrenkunde te Uppsala, alwaar hij in 1741 een observatorium oprichtte. Hij verwierf vooral faam met zijn thermometer die hij in 1742 in een verhandeling toelichtte.²⁶ In datzelfde jaar publiceerde hij in de verhandelingen van de *Academie van Wetenschappen* observaties met de barometer alsook één maximum en één minimum temperatuurwaarde – tot op een tiende graad – voor elke maand van het jaar 1741, gemeten in Uppsala.²⁷ Het gaat hier vanzelfsprekend om de originele Celsius thermometer. Ook notities over windrichting en bewolking worden vermeld.

De vermaardheid van Celsius maakt het daarom nog niet makkelijker om de thermometers die de Zweden gebruikten te definiëren. Een Zweeds meteorologisch journaal met temperatuurgegevens te lande voor 1722 – wellicht één van de oudste in zijn genre en dus vóór de uitvinding van Celsius – laat niet toe uit te maken welk type thermometer toen gebruikt werd.²⁸ In dergelijke gevallen zijn de temperatuurwaarden bijna waardeloos, als zij niet met andere gegevens kunnen worden vergeleken, genoteerd voor eenzelfde gebied in vergelijkbare weersomstandigheden m.b.t. wind, neerslag, bewolking, luchtdruk enz., en waarbij het type thermometer dat gebruikt werd gekend is.

De temperatuurmetingen in scheepsjournalen opgetekend confronteren ons met een quasi identieke problematiek. Zij hebben betrekking op zeer lange periodes en op zeeën die de compagnieschepen doorkruisen, op weg naar het Verre Oosten (China, Indië), of op de terugreis naar Europa ; m.a.w. in de Noordzee, de Atlantische Oceaan, de Indische Oceaan en de Chinese Zee.

De oudste waarnemingen vonden we in het journaal van de gebroeders Herman Johan en Israël Reinius aan boord van de Oost-Indiëvaarder *Crontprintzen Adolph Friedrich*.²⁹ Beide broers hadden als kadetten of ‘midshipmen’ aangemonsterd. Hoewel het journaal aan beiden wordt toegeschreven, blijkt uit het onderzoek van het manuscript dat Israël Reinius de auteur is. Aan boord van

25. S. SELANDER, *Linnélärjungar i främmande länder*. Stockholm, 1960.

26. A. CELSIUS, *Beobachtungen von zween beständigen Graden auf einem Thermometer*. (Abhandlungen der schwedischen Akademie, IV), Stockholm, 1742.

27. A. CELSIUS, *Utdrag af de meteorologiske observationer, som äro hållne i Upsala år 1741*. In : *Kungliga Vetenskapskademiens handlingar*, vol.III, pp. 12-16.

28. H. BERGSTRÖM & H. ALEXANDERSSON, *Risingejournalen, april 1732. En gammal östgötsk väderjournal*. In : *Polarfront. Medlemsblad för svenska meteorologiska sällskapet*, XX, 1993, n° 77, pp. 25-29. Misschien gaat het om de thermometer van Kircher (1641).

29. SJÖ.MUS.GÖT 9571. *Journal hållen på Resan till Canton i China...uptecknade af Herman Johan Reinius och Israël Reinius*. [betreft een copie waarvan het origineel bewaard wordt in *Österbottens Historiska Museum* in Vasa (Finland)]. Er bestaat een gedrukte uitgave, hoewel niet alle gegevens uit het origineel werden overgenomen : *Journal hållen på...* B. Lunelund (edit.) (*Svenska Litteratursällskapet i Finland*, vol. CCLXXIII) Helsingfors, 1939.

het schip is niemand minder dan Pieter Dens bevelvoerder. Dens voer driemaal naar het Verre Oosten in Oostendse dienst (1726, 1729, 1732), en driemaal in Zweedse dienst (1740-42, 1744-45, 1746-48); in 1752 vaart hij uit voor rekening van de Pruisische Aziatische Compagnie.³⁰

De *Adolph Friedrich* vertrok op 13 februari 1746 (O.S.)³¹ uit Gotenburg naar China. Van 12 oktober 1746 tot 23 februari 1747 moet het schip noodgedwongen op Mauritius overwinteren, na het missen van de aanlandige moessonwind. Op 13 juni 1747 gaat zij voor anker in Kanton, vanwaar de terugreis op 6 januari 1748 wordt aangevat. Op 27 juni 1748 legt de *Adolph Friedrich* aan in de thuishaven Gotenburg.

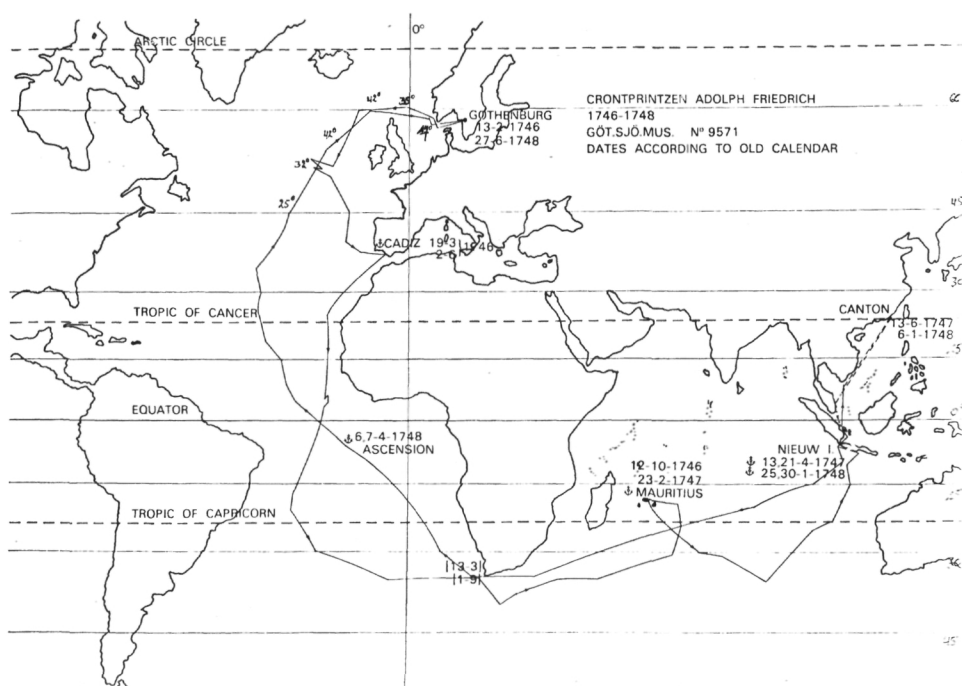
Pas op 2 mei 1748 (O.S.) duikt de eerste notitie op m.b.t. de temperatuur. Dat is op de terugreis, nog geen maand na het verlaten van Ascension, alwaar men op 6 en 7 april voor anker had gelegen. Op 2 mei kruist het schip de Kreeftskeerkring, het journaal vermeldt als berekende noorderbreedte 23°32, als geobserveerde noorderbreedte eveneens 23°32, en als lengte 36°21 west van de Lizard en 21°31 west van Ascension. Reinus noteert : „Nu neemt de warmte toe, zodat de thermometer op zijn koudst gezakt was tot 17°, maar nadien ononderbroken steeg en nu 10° aanwees.” Op diezelfde datum preciseert Reinus : „Sedert men de noordoostpassaat gevonden had op 4°48 noorderbreedte, werd het verboden blootbeens en met dunne kleren rond te lopen, omdat de nachten evenals de noordoostenwind merklijk kouder waren. Tot behoud van de gezondheid en van de [lichaams]temperatuur werden we ertoe verplicht meer kleren aan te trekken.”

Het is duidelijk dat Reinus een thermometer gebruikt heeft met omgekeerde schaal ; als de temperatuur toeneemt, m.a.w. als de warmte toeneemt, geven de waarnemingen dalende graadwaarden aan. Dat deze logica correct is, wordt nog eens bevestigd door commentaar op 1 juni : „De voorbije dagen is de kou merkbaar toegenomen ; want de thermometer die gisteren 25° aanwees, was nu tot 35° gezakt in de zon.”

Vanaf 30 mei, en tot en met 25 juni, aan de vooravond van de thuiskomst in Gotenburg, werd de temperatuur dagelijks gemeten (cfr. kaart 1).

30. Dens is bootsman op de *Hoop* in 1726, derde 'pilotin' of stuurmansleerling op de *Neptunus* in 1729, en eerste stuurman op de *Duc de Lorraine* in 1732. *RUG. FHH. Ms.2008*. Op de Zweedse *Stockholm* (1740-1742) en *Fredericus Rex Sueciae* (1744-1745) is hij onderkapitein en op de *Adolph Friedrich* (1746-1748) en de Pruisische *Château d'Emden*, kapitein. *RUG. FHH. Ms. 1930* ; *GÖT.SJÖ.MUS. Ms. 9571. KBB. KKH. Mss.18042-18043*. K. DEGRYSE & J. PARMENTIER. *Kooplieden en kapiteins. Een prosopografische studie van de kooplieden, supercargo's en scheeps-officieren van de Oostendse handel op Oost-Indië en Guinea (1716-1732)*. In : *Vlamingen overzee. Flamands en outre-mer. Flemings overseas*. Coll. *Collectanea Maritima* (Koninklijke Academie voor Wetenschappen, Letteren & Schone Kunsten van België), VI, Brussel, 1995, p.169.

31. (= old style) Oude stijl : pas in 1753 werd de Gregoriaanse kalenderhervorming in Zweden doorgevoerd ; na 17 februari volgt onmiddellijk 1 maart. Tot in 1753 werden weliswaar beide stijlen vaak naast elkaar vermeld in scheepsjournalen.



Kaart 1.

Nu en dan preciseert Reinius dat hij de temperatuur aflas „*i wärmen*”, wat zoveel betekent als in de zon. De thermometer was dus niet afgeschermd. Of hij alleen de hoogste waarden optekende ofwel de laagste is niet duidelijk. Op 6 juni expliciteert hij : „*Thermom. 45° i Medio*”, wat erop wijst dat het hier om een gemiddelde gaat en afgeleid kan worden dat Reinius misschien meer dan één waarneming per dag uitvoerde, maar ze niet alle heeft opgetekend.

Dat het om een omgekeerde schaal gaat is dus zo goed als zeker. Op het eerste gezicht zou men kunnen aannemen dat het om de oorspronkelijke thermometer van Celsius gaat (1742). Maar dat is niet evident, want omgerekend naar actuele Celsiuswaarden – voor zover de formule ($100 - x = y^{\circ} \text{C}$) opgaat – blijken de temperaturen voor de maand juni en dan nog op zee veel te hoog te liggen. Wel daalt de temperatuur (stijgende absolute waarden) in de mate dat het schip op hogere breedten in de Noord-Atlantische Oceaan kruist, om nadien terug te stijgen (dalende absolute waarden) eens de *Friedrich Adolph* in de Noordzee vaart en het Scandinavische schiereiland nadert.

Spijtig genoeg is noch het type thermometer noch de kalibrering bekend, maar het gaat wel degelijk om een thermometer met omgekeerde schaal.

Een ander journaal waarin temperatuurmetingen werden genoteerd is dat van Johan Friedrich Dalman.³² Het betreft de reis van de Zweedse Oost-Indiëvaarder *Freden*, die op 20 februari 1748 (O.S.) vanuit Gotenburg naar Kanton in China vertrekt. Op 11 juli 1749 (O.S.) is de *Freden* terug in Gotenburg.

Voor diezelfde reis is een ander journaal bewaard, bijgehouden door scheepsaalmoezenier Gustaf Fr. Hjortberg.³³ In tegenstelling tot dat van Dalman, bevat het journaal van Hjortberg geen temperatuurmetingen. Bovendien zijn de navigatiegegevens bij Hjortberg onvolledig. Het journaal van Dalman is exhaustief en laat toe de reis van de *Freden* in kaart te brengen (cfr. kaart 2). Dalman schreef zijn dagboek in opdracht van de *Koninklijke Academie van Wetenschappen* te Stockholm. Het is echter niet duidelijk welke functie hij aan boord bekleedde. Aan de hand van zijn aantekeningen blijkt overduidelijk dat Dalman onderlegd is in de navigatie, in de astronomie en in de cartografie. Dat Dalman met een wetenschappelijke opdracht belast werd, pleit voor de ernst waarmee hij zijn gegevens verzamelde en optekende. Dagelijks vermeldt hij de temperatuur, tot op de halve graad na. De laagste temperatuur die hij registreerde bedraagt nul graden bij vertrek uit Gotenburg; de hoogste is 30° en wordt opgemeten in Kanton. Maar ook in dit geval is ons niet bekend welke thermometer gebruikt werd.

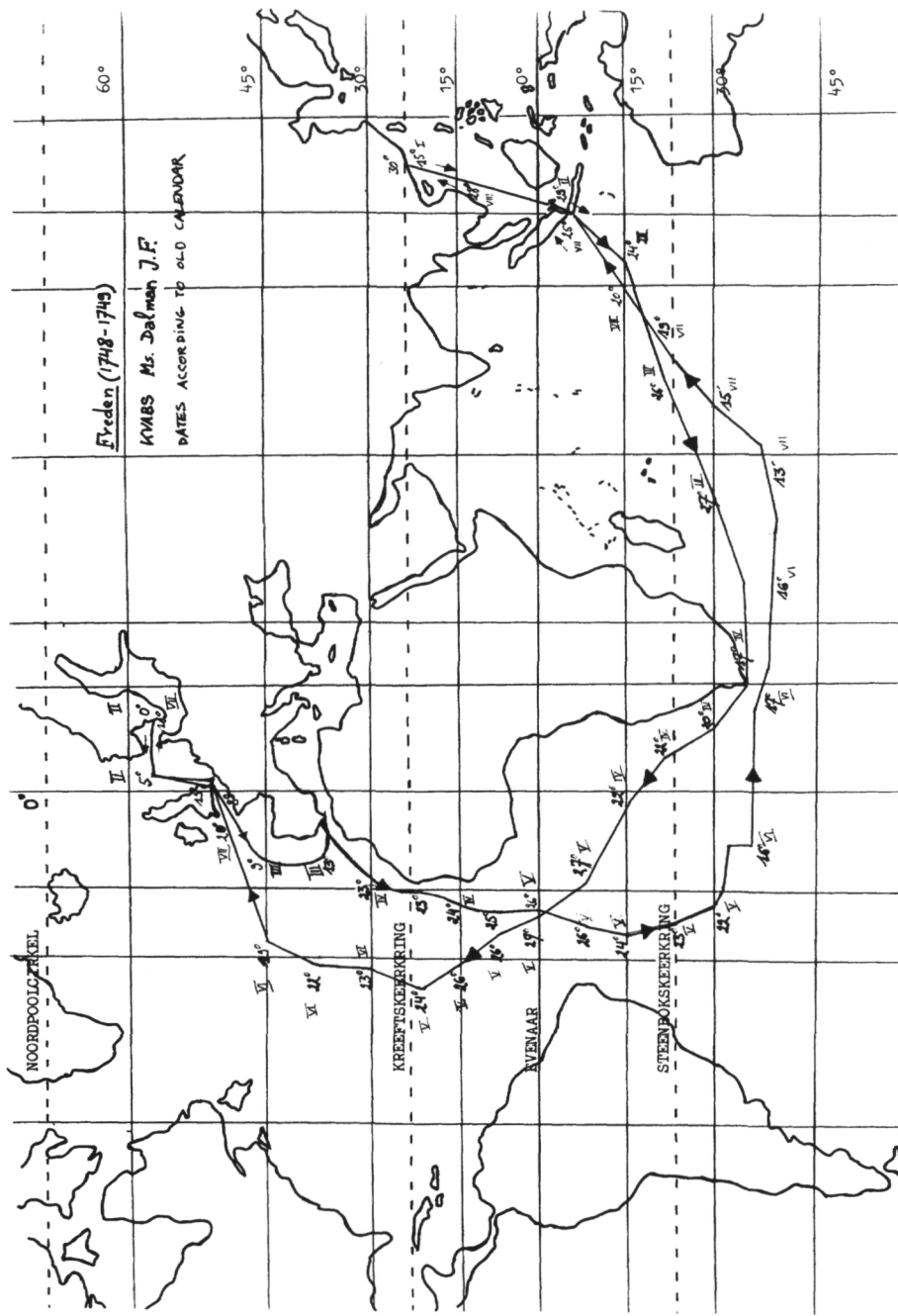
Naar analogie met hedendaagse metingen, wijzen Dalmans temperatuurwaarden op een schaal die aanleunt bij de verbeterde versie van de Celsius' thermometer. In een rubriek, getiteld *Anmärckningar* (= opmerkingen), preciseert Dalman dat hij slechts over één thermometer beschikte. Hij sprong er dus voorzichtig mee om. Dalman durfde die niet 'in open lucht' blootstellen, maar bewaarde het instrument in een houten koker of foedraal, die in zijn hut aan het venster was opgehangen. Hij vertelt dat hij de thermometer soms in de wind hield „wanneer het koud waaide”, maar dat in die gevallen de temperatuur op een kwartier tijd niet meer dan twee graden zakte. Misschien was Dalman belast met het uittesten van het instrument. Wij herinneren eraan dat de thermometer van Strömer en Ekström pas in 1750 werd uitgevonden, terwijl de notities van Dalman van 1748-1749 dateren. Spijtig genoeg vernemen wij daar niet meer over. Wel is duidelijk dat Dalman naar een verband zocht tussen temperatuur en windsterkte.

Hoe dan ook, de waarnemingen stellen ons in staat zijn temperatuurwaarden tijdens de hele reis in kaart te brengen.³⁴

32. KVABS. Ms. Dalman J.F. *Dagbok uppå Konglivelenskaps Academiens befalning hållen af Joh : Frid : Dalman under resan från Giötheborg til Canton och Hem som börjades År 1748 d. 19 Febr : och slutades År 1749 d. 11 Julij.*

33. KBS. M.281, a, b & c. *Ost-Indisk Resa 1748 och 1749 förrättad och beskrefwen af Gustaf Fr. Hjortberg.*

34. We beperkten ons op de kaart tot het aanstippen van één temperatuurmeting per week.



Kaart 2.

Tijdens het verblijf in Cadix en in Kanton werden temperatuurmetingen dagelijks vanop het schip waargenomen en opgetekend.³⁵ Dalman noteerde in zijn journaal slechts één temperatuurwaarde per dag, op één uitzondering na. Inderdaad, tijdens het verblijf in Kanton, noteert hij op 21 december 1748, in de kolom voor de temperatuur de waarde 15°; maar *in margine* vermeldt hij dat de thermometer 35° aanwees in de zon. Een verschil van 20 graden is merkwaardig, wat erop wijst dat het in zijn hut doorgaans vrij koel moet geweest zijn.

Een derde journaal met gegevens over de temperatuur betreft de reis van de Zweedse Oost-Indiëvaarder *Götha Leyon*, vertrokken uit Gotenburg op 1 april 1750 (O.S.) naar Soerat in Indië en Kanton in China. De heenreis loopt door het Kanaal met een kort oponthoud in Duinkerke (19-22 april 1750), nadien op Madeira (4-11 mei 1750) en op Johanna (16-20 augustus 1750) in de straat van Madagascar. Van Johanna zeilt de *Götha Leyon* naar Soerat waar zij vijf maand en half voor anker ligt (16 sept. 1750-1 maart 1751). Vanuit Soerat vaart zij via de Straat van Malakka naar Kanton. Maar vooraleer het schip in Kanton aanmeert, worden nog andere havens aangedaan, waaronder Mangalore, Mahé en Kedah. Het verblijf in Kanton duurt van 6 juli 1751 tot 4 januari 1752. De koers van de terugreis verloopt parallel met die op de thuisreis van de meeste Zweedse Oost-Indiëvaarders. Na een halte op Ascension (6-8 april 1752), vaart de *Götha Leyon* huiswaarts, door het Kanaal, en bereikt Gotenburg op 26 juni 1752. Kortom, een lange reis, niet alleen in afstand maar ook in de tijd.

Het journaal dat de temperatuurmetingen bevat is getiteld 'zeejournaal' en is van de hand van C.H. Braad, scheepsschrijver aan boord van de *Götha Leyon*.³⁶ Braad preciseert dat hij de dagelijkse notities over weer en wind, de afwijking van het kompas, aan het logboek ontleende. De gegevens over koers, lengte en breedte werden hem door Balthazar Grubb, tweede stuurman, medegedeeld.³⁷ Dat maakt dat het journaal van Braad bijzonder veel gegevens bevat en vrij volledig is inzake navigatiegegevens. Ook in dit geval laat het ons toe de reis van de *Götha Leyon* in kaart te brengen (cfr. kaart 3). Ondanks de precisering omtrent de oorsprong van zijn notities, vertelt Braad niet waar hij de temperatuurmetingen vandaan haalde. In zijn journaal duiken deze voor het eerst op op 10 april 1750. De *Götha Leyon* bevindt zich dan nog vóór Marstrand;³⁸ het schip heeft blijkbaar moeite gehad om met gunstige wind in volle zee te steken.

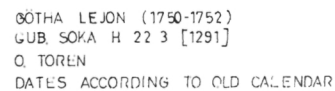
Tijdens de eerste etappe van de reis, van Gotenburg tot Funchal op Madeira, zijn de temperatuurwaarnemingen nogal schaars. Eens men Madeira verlaten heeft, noteert Braad dagelijks de temperatuur.

35. Cfr tabellen 1 & 2.

36. GUB.SOKA. H22 3 [1291]. *Sjöjournal öfwer Skeppet Götha Leyons Resa till Ost-Indien. Åren 1750. 51 och 52.*

37. De oorspronkelijke aantekeningen van Grubb werden niet teruggevonden.

38. Vesting en haven, op de grens van Kattegat en Skagerak, op een 30 km ten noordwesten van Gotenburg.



Kaart 3.

De temperatuurwaarden worden tot op een kwart graad genoteerd. Op 9, 10 en 12 juli 1750, vermeldt Braad telkens twee temperatuurwaarden : op 9 juli, 15° tegen 30° in de zon ; op 10 juli, 15° tegen 18° in de zon, en op 12 juli, 17° tegen 28° in de zon. Het schip bevindt zich dan op 34°54, resp. 35°41 zuiderbreedte, in de zone van de 'roaring forties', op weg om Kaap de Goede Hoop te doubleren. De precisering 'in de zon' wijst erop dat de andere temperatuurwaarnemingen wellicht niet in de zon werden uitgevoerd.

Op enkele waarnemingen na, werd de temperatuur tijdens het oponthoud in Soerat niet gemeten. Pas wanneer de *Götha Leyon* terug onder de zeil gaat, worden opnieuw temperatuurmetingen genoteerd. Hetzelfde doet zich voor tijdens het oponthoud in Mangalore, Mahé en Kedah, en ook in Kanton. Tijdens de terugreis verschijnen de temperatuurmetingen dagelijks in het journaal, zelfs tijdens de halte op Ascension. Evenmin als voor de temperatuurmetingen bij Reinius en Dalman, is het type thermometer en zijn kalibrering hier bekend.

Een tweede bron met betrekking tot dezelfde reis van de *Götha Leyon* zijn de brieven van Olof Torén gericht aan Linné.³⁹ De brieven bevatten een verslag van de reis, die Torén meemaakte als scheepspredikant. Hij had in Uppsala gestudeerd. Zijn brieven werden tussen 20 november 1752 en 3 mei 1753 geschreven. Zijn gezondheid geraakte tijdens voormelde reis ondermijnd ; hij bereikte wel Zweden maar stierf reeds op 17 augustus 1753.

Zoals reeds gezegd is deze bron geen journaal maar een verzameling brieven. Men vindt er dus geen dagelijkse aantekeningen en nog minder nautische gegevens. In een vierde brief aan Linné gewaagt hij nochtans van temperatuurmetingen. Wij citeren de passage : „Er wordt gezegd dat in Gamron en Bassora de hitte heviger is dan in Soerat ; maar dan moet die er bijzonder groot zijn. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de Hollanders [V.O.C.] Gamron als een verloren post beschouwen. Nog in de maand oktober steeg de Zweedse thermometer tot 37°. En wat nog meer invloed had op de gezondheid is dat koude en warmte elkaar sterk afwisselden. Een Florentijnse thermometer wees 's morgens om halfvijf 37° aan, maar steeg 's namiddags om twee uur tot 75°. P. Bonaventura heeft erop gewezen dat drie dagen vóór en na de nieuwe maan, het kouder is dan anders. Het is overigens zeldzaam dat het winter is van mei tot september, omdat het dan regent, terwijl de andere maanden als zomer worden beschouwd, en dat hoewel de plaats vrij noordelijk ligt t.o.v. de evenaar”.⁴⁰

Het is de enige keer dat wij een vergelijking tussen twee thermometer-schalen tegenkwamen. Maar de gegevens zijn niet precies genoeg om te concluderen dat de temperatuurwaarde van 37° met de Zweedse thermometer gemeten, op hetzelfde tijdstip en in dezelfde weersomstandigheden betrekking heeft op de

39. O. TOREN, *En ostindisk resa. Coll. Tidens Svenska Klassiker*. Stockholm, [1961]. *En Ostindisk Resa til Surat, China &c, från 1750 April 1. till 1752 Jun.26*. Coll. *Suecica Rediviva*, vol.V, Stockholm, 1969.

40. O. TOREN, *op.cit.*, p. 341.

temperatuurwaarde van 37° gemeten met de Florentijnse thermometer. Het gaat hier ongetwijfeld om de Toscaanse thermometer van groothertog Ferdinand II, terwijl de Zweedse thermometer die van Ekström-Strömer moet geweest zijn, m.a.w. de verbeterde versie van die van Celsius.

Spijtig genoeg noteerde Braad geen temperatuur op aanlegplaatsen in Indië – met uitzondering van drie observaties tijdens het verblijf in Soerat – en kan dus evenmin vergeleken worden met wat Torén mededeelt.

Het is duidelijk dat het meten van de temperatuur nog niet systematisch genoeg gebeurt. Op de koop toe was een thermometer niet steeds voorhanden. Pehr Osbeck, scheepspredikant aan boord van de *Prins Carl* – ook een Zweedse Oost-Indiëvaarder – die in 1750-1752 naar China voer, hield zich tijdens de reis met heel wat natuurwetenschappelijke waarnemingen onledig, maar bekloeg er zich immers over geen thermometer ter beschikking te hebben.⁴¹

Een laatste notitie over de temperatuur op zee in de kontekst van de Zweedse Oost-Indische Compagnie, vonden wij in de brievenverzameling van kapitein Carl Gustav Ekeberg (1716-1784). Ekeberg doorliep een lange carrière in de Zweedse compagnie. Hij maakte telkens één reis als 4de, 3de en 2de stuurman, twee als eerste stuurman en nog zes als kapitein.⁴² Reeds in 1748 heeft hij kontakten met de *Academie van Wetenschappen*, waar hij in 1761 als lid werd opgenomen. Even later werd hij zelfs voorzitter. In 1768 trad hij als voorzitter af.⁴³ De brievenverzameling waarop wij alluderen heeft betrekking op zijn reis in 1769-1771 naar China aan boord van de *Finland*. De brieven zijn gericht tot de Secretaris van de Koninklijke Academie van Wetenschappen.⁴⁴

Eigenlijk gaat het om twee temperatuurmetingen. De eerste notitie vermeldt dat de warmte aanhoudt en dat de thermometer bijna altijd 28° aangeeft.⁴⁵ De *Finland* bevindt zich dan op de heenreis in de omgeving van het eiland Trinidad, dat trouwens op 26 april 1770 wordt waargenomen. Maar een juiste precisering van datum, lengte en breedte ontbreekt.

De tweede notitie is gedateerd op 14 mei 1770. De *Finland* bevindt zich op de breedte van Kaap de Goede Hoop en op 14°43 oost van de meridiaan van Tenerife. Ekeberg noteerde: 17° met zuidelijke wind, en 21° met noordelijke wind.⁴⁶ Ook hier zijn de gegevens schaars en wordt niets gepreciseerd over het type thermometer. De waarnemingen dateren van de tweede helft van de 18de

41. P. OSBECK, *Dagbok öfwer en Ostindisk Resa Åren 1750. 1751. 1752. Med Anmärkningur uti Naturkunnigheten, främmande Folkslags, Språk, Seder, hushållning, m.m.* Stockholm, 1757, p. 280 [reprint: Coll. *Suecica Rediviva*, vol.V, Stockholm, 1969].

42. C. KONINCKX, *op.cit.*, pp. 308-310.

43. *Ibid.*, p. 412.

44. *Capitaine Carl Gustav Ekebergs Ostindiska Resa Åren 1770 och 1771*. Stockholm, 1773 [reprint: Coll. *Suecica Rediviva*, vol.XIV, Stockholm, 1970].

45. *Id.*, p. 32.

46. *Ibid.*, p. 33.

eeuw, wat misschien laat veronderstellen dat het om de Zweedse thermometer gaat. Maar het is hoe dan ook niet uitgemaakt.

Besluit :

De voorbeelden die wij hebben aangehaald wijzen erop dat meer en meer belangstelling aan de dag werd gelegd voor de temperatuur als meteorologisch fenomeen. Het beperkt zich echter – zoals wij aankondigden – tot het noteren van temperatuurwaarden. Het gebeurt nog vrij experimenteel en weinig methodisch. Niettegenstaande het feit dat onbetwist verschillende thermometers worden gebruikt, wordt zelden het type vermeld en evenmin de kalibrering. Er worden evenmin verbanden gelegd met andere meteorologische verschijnselen, zoals weersomstandigheden en luchtdruk. Immers in alle scheepsjournalen die we hebben doorgenomen, werd nergens melding gemaakt van barometers. De meeste observaties werden op zee uitgevoerd, wanneer het schip onder zeil was ; nauwelijks werd een verband gelegd met de snelheid van het schip en met de windsterkte. Nochtans werden dergelijke gegevens regelmatig in scheepsjournalen opgetekend.

Ondanks het feit dat in sommige gevallen de metingen in opdracht van wetenschappelijke instanties werden uitgevoerd, blijven de temperatuurmetingen in een proefondervindelijk stadium. De opdrachtgevers blijken zelf nog niet helemaal vertrouwd te zijn met het meteorologisch fenomeen en waarschijnlijk waren de meetinstrumenten *ad hoc* nog niet op punt gesteld. De historiek van de thermometer toont immers aan dat precies in de eerste helft van de 18de eeuw ijverig aan de verfijning van de schaal werd gesleuteld. Het is bijgevolg logisch dat de waarnemers op het terrein, *in casu* de zeelui, het niet verder brachten dan hun opdrachtgevers te lande. Hoe dan ook, het nut van de temperatuurmetingen op zee in de 18de eeuw, ligt vervat in het eenvoudigweg collecteren van gegevens. Anderzijds ligt het belang van temperatuurwaarnemingen in verre oorden waar alleen zeelui kwamen nochtans voor de hand. Zeelui verstrekten op die manier aan kamergeleerden indicaties over de temperatuur : op zee, zowel in het noordelijk als in het zuidelijk halfrond.

De theorieën die de kamergeleerden op basis van dergelijke temperatuurgegevens construeerden waren dan ook vanzelfsprekend navenant. Graaf de Buffon (1707-1788), '*intendant du jardin du Roi*', vooral vermaard als naturalist met zijn tractaten *Histoire naturelle* en *Epoques de la nature*, concludeerde dat de 'temperatuur van het klimaat' determinerend was voor de huidskleur, de gestalte en de schoonheid van het menselijk wezen.⁴⁷ Nog op het einde van de 18de eeuw, zal de jurist en medicus Volney (1757-1820), die een reis ondernam in het Nabije Oosten, niet zonder enige humor dan ook de vraag stellen naar het

47. Georges Louis Leclerc, comte de Buffon.

verband tussen temperatuur en het dynamische karakter van een volk, en naar de juiste graad op de thermometerschaal waarop de neiging naar vrijheid of slaavernij tot uiting komt.⁴⁸ Hierop had de Italiaan Pilati di Tassulo reeds in 1778 laten opmerken dat begrippen als klimaat en temperatuur relatief zijn. Hij stelde vast dat in de Oudheid, Sicilië en Campanië in rijkdom en weelde leefden, in een tijdperk waar Frankrijk en Engeland nog geen beschaving kenden. Wat di Tassulo deed besluiten dat als filosofen toen dezelfde redenering als de moderne filosofen – zegge de eigentijdse kamergeleerden – gevolgd hadden, zij dan zouden beweren dat de volkeren die in koude klimaten vertoeven, lui en wreed worden, en dus gedoemd zijn om als wilden te leven.⁴⁹

Kortom, de fragmentarische kennis van het klimaat, van de temperatuur en zijn invloeden leidden tot filosofische discussies, stoelend op weinig exacte wetenschappelijke argumenten.

Stilaan kwam in de 18de eeuw de kunst van de weersvoorspelling op gang. Aanvankelijk even wankel als de filosofische theorieën zelf, zal dit nochtans de weg openstellen naar het zoeken naar verbanden tussen temperatuur en andere meteorologische verschijnselen. Zover is het nog niet als de 18de eeuwse Oost-Indiëvaarders naar het Verre Oosten voeren.

Zeelui hadden ook nog andere verbanden kunnen leggen, bijvoorbeeld met betrekking tot de hygiëne aan boord, de gezondheid, de bewaring van voedingsmiddelen enz. In alle scheepsjournalen die wij hebben doorgenomen wordt daar nauwelijks op gealludeerd.

Zijn de temperatuurmetingen die we aanhaalden dan helemaal waardeeloos ? Zelfs al zijn type thermometer en kalibrering zelden gepreciseerd, toch kunnen de genoteerde temperatuurwaarden van nut zijn voor de historische meteorologie. In een ruimere en vergelijkende kontekst kunnen de temperatuurschommelingen worden vastgesteld, maar kunnen ook historische isothermen worden getrokken, die op hun beurt misschien iets vertellen over de evolutie van het weer en van het klimaat in het algemeen.

48. Constantin François de Chasseboeuf, comte de Volney, *Voyage en Syrie et en Egypte*, (1787).

49. C.A. PILATI DI TASSULO, *Voyages en différents pays de l'Europe*, I, 1778, p. 78.

BIJLAGEN:

TABEL 1. — Temperatuurwaarden opgetekend in Cadix (*Freden*, 1748 O.S.)

maart 1748	graden	april 1748	graden
13	13	1	14
14	13	2	14
15	13	3	15
16	12	4	15
17	12	5	17
18	13	6	16
19	13	7	20
20	13	8	20
21	13		
22	13		
23	12		
24	13		
25	13		
26	13		
27	14		
28	14		
29	14		
30	14		
31	14		

TABEL 2. — Temperatuurwaarden opgetekend in Kanton (*Freden*, 1748-1749 O.S.)

augustus 1748	graden	september 1748	graden	oktober 1748	graden	november 1748	graden	december 1748	graden	januari 1749	graden
		1	26	1	24	1	23	1	19	1	11
		2	30	2	25	2	24	2	19	2	11
		3	30	3	25	3	25	3	20	3	12
		4	29	4	25	4	25	4	23	4	12
		5	25	5	25	5	22	5	24	5	13
		6	28	6	24	6	21	6	22	6	14
		7	29	7	25	7	21	7	22	7	14
		8	29	8	26	8	22	8	22	8	16
		9	27	9	27	9	21	9	22	9	16
		10	26	10	26	10	17	10	15	10	19
		11	26	11	25	11	13	11	15	11	20
		12	26	12	26	12	12	12	15	12	20
		13	26	13	28	13	12	13	20	13	20
		14	27	14	28	14	14	14	19	14	22
		15	29	15	21	15	14	15	15	15	22
		16	29	16	19	16	17	16	15	16	10
		17	29	17	26	17	23	17	15	17	9
		18	29	18	26	18	25	18	15	18	5
		19	29	19	26	19	26	19	15	19	4
		20	30	20	27	20	25	20	15	20	7
21	28	21	28	21	21	21	24	21	15	21	9
22	26	22	29	22	23	22	23	22	15	22	9
23	27	23	30	23	23	23	14	23	13	23	13
24	28	24	28	24	26	24	13	24	15	24	14
25	30	25	27	25	26	25	11	25	14	25	15
26	29	26	26	26	22	26	11	26	13	26	16
27	30	27	25	27	21	27	12	27	12	27	16
28	27	28	24	28	19	28	12	28	12		
29	28	29	24	29	20	29	18	29	12		
30	26	30	24	30	19	30	18	30	11		
31	27			31	19			31	11		

TABEL 3. — Temperatuurmetingen op Johanna (*Götha Leyon*, 1750 O.S.)

augustus 1750	graden
16	24
17	25
18	26
19	26
20	27

TABEL 4 — Temperatuurmetingen in Soerat (*Götha Leyon*, 1750 O.S.)

september 1750	graden
16	29
17	29
18	29

TABEL 5. — Temperatuurmetingen op Ascension (*Götha Leyon*, 1752 O.S.)

april 1752	graden
6	28°15
7	28°45
8	28°45

Date	Temperature	Latitude ¹	Longitude	Remarks
30-5-1748	15°	43°25	from the Lizard 30°46 W	
31-5	25	[45°7]	29°6	
1-6	35	45°53	27°12	
2-6	35	[47°17]	26°00	
3-6	32	49°49	24°27	
4-6	42	51°40	23°2	
5-6	57	52°39	21°48	
6-6	45	54°46	19°26	
7-6	42	56°47	17°10	
8-6	50	58°18	13°38	
9-6	42	[59°57]	10°2	
10-6	-	[60°46]	6°18	
11-6	42	61°6	4°33	
12-6	42	[60°56]	3°46	
13-6	42	[60°22]	3°9	
14-6	42	60°30	0°9	
15-6	40	[60°50]	-	
16-6	35	[60°44]	3°7 E	observing Hitland
17-6	29	59°55	from Hitland 1°24 E	
18-6	29	58°45	3°10	
19-6	25	57°44	7°42	observing Norwegian coast
20-6	25	57°42	9°22	observing Jutland
21-6	20	-	-	
22-6	20	-	-	observing Skagen's lighthouse
23-6	20	-	-	
24-6	15	-	-	observing Marstrand
25-6	17	-	-	
26-6	-	-	-	anchoring at Gothenburg

1. Observed latitude.

Freden (1748-1749) Ms. Dalman J.F. [KVABS]

Voyage out

Date O.S.	Temperature	Latitude	Longitude Pico de Tenerife	Remarks
19-2-1748	0°	-		In sight of Vinga
20-2	0°	56°49	22°28	
21-2	0°	55°40	19°8	
22-2	2	54°21	18°0	
23-2	5	52°29	17°34	
24-2	5	51°16	17°23	
25-2	5		-	In sight of Calais
26-2	8	50°46	16°41	
27-2	8	50°0	13°50	
28-2	8½	50°30	13°50	
29-2	8½	50°2	11°50	
1-3	8	49°36	11°15	
2-3	8	50°8	11°45	
3-3	8	49°58	11°8	
4-3	8	50°10	11°8	
5-3	8	49°25	10°10	
6-3	8	47°50	9°3	
7-3	8	47°8	8°16	
8-3	9	44°48	6°6	
9-3	10	43°32	5°38	
10-3	10	40°55	5°14	
11-3	11	37°45	7°0	
12-3	12	-	-	In sight of Cadix
13-3				Anchored at Cadix
9-4	20	35°47	7°41	
10-4	21	35°33	7°23	
11-4	21	35°37	7°8	
12-4	21	33°57	5°34	
13-4	22	32°20	4°4	
14-4	23	29°56	2°7	
15-4	23	28°10	0°23	
16-4	22	25°8	20'	
17-4	23	22°24	1°28	
18-4	23	19°52	2°20	
19-4	24	17°24	3°20	
20-4	24	14°45	3°41	
21-4	24	12°10	3°33	
22-4	25	10°7	3°5	
23-4	25	8°29	2°48	
24-4	25	7°38	2°39	
25-4	25	6°30	2°29	
26-4	26	5°31	2°17	
27-4	26	4°57	2°31	
28-4	26	4°30	2°48	
29-4	26	4°18	2°58	

Date O.S.	Temperature	Latitude	Longitude Pico de Tenerife	Remarks
30-4	27	4°10	2°19	
1-5	26	3°39	1°28	
2-5	26	2°30	2°34	
3-5	26	0°59 N	4°0	
4-5	26	0°30 S	4°54	
5-5	26	2°26	5°40	
6-5	26	3°57	6°12	
7-5	26	5°58	6°59	
8-5	26	7°53	7°29	
9-5	26	10°1	7°56	
10-5	26	11°55	8°29	
11-5	25	14°0	8°51	
12-5	24	15°50	9°29	
13-5	24	16°18	9°47	
14-5	24	17°3	10°43	
15-5	23	18°47	11°29	
16-5	23	20°52	10°39	
17-5	23	22°12	9°53	
18-5	23	22°1	8°43	
19-5	23	22°1	7°38	
20-5	23	22°3	7°4	
21-5	23	23°14	8°1	
22-5	23	24°50	8°1	
23-5	23	26°50	7°9	
24-5	23	28°51	5°27	
25-5	22	30°24	2°56	
26-5	20	31°10	0°17 O	
27-5	20	30°56	2°38	
28-5	20	31°16	3°19	
29-5	19	31°52	4°7	
30-5	19	32°37	5°18	
31-5	19	32°54	7°11	
1-6	17	33°00	7°56	
2-6	17	33°33	8°58	
3-6	16	35°16	10°28	
4-6	17	35°2	12°44	
5-6	18	34°35	13°24	
6-6	17	35°34	16°50	
7-6	17	35°47	20°9	
8-6	15	35°42	23°53	
9-6	14	35°44	27°17	
10-6	13	35°26	30°23	
11-6	14	35°32	32°53	
12-6	15	35°28	34°33	
13-6	16	35°18	36°35	
14-6	17	35°34	37°32	In sight of Cape Agulhas

Date O.S.	Temperature	Latitude	Longitude Pico de Tenerife	Remarks
15-6	16	36°46	39°8	
16-6	17	37°34	42°40	
17-6	17	37°34	46°12	
18-6 1	8	37°39	49°11	
19-6	17	37°39	52°43	
20-6	17	37°20	55°17	
21-6	17	37°35	56°53	
22-6	17	38°2	58°31	
23-6	18	38°3	60°53	
24-6	18	37°57	64°1	
25-6	16	37°45	67°32	
26-6	16	38°3	69°40	
27-6	16	38°3	73°39	
28-6	17	38°9	75°38	
29-6	17	38°2	79°00	
30-6	17	37°55	82°59	
1-7	17	37°44	87°3	
2-7	16	37°31	91°3	
3-7	13	36°31	94°26	
4-7	14	35°8	98°30	
5-7	15	34°8	102°3	
6-7	16	33°8	105°35	
7-7	17	31°39	108°39	
8-7	14	30°39	109°32	
9-7	15	30°37	110°34	
10-7	16	29°13	112°23	
11-7	18	28°17	113°49	
12-7	18	26°53	115°23	
13-7	18	25°50	115°59	
14-7	19	24°11	116°56	
15-7	19	21°11	118°36	
16-7	19	19°25	119°30	
17-7	20	16°42	121°5	
18-7	21	13°35	122°5	
19-7	24	11°42	122°49	
20-7	25	9°23	123°1	
21-7	25	7°50	123°26	In sight of Java
22-7	25	7°28	[32°43 from S.Paul]	
23-7	25	5°56	-	Passing Head of Java
24-7	26	-	120°48	
25-7	27	6°11	121°00	
26-7	27	5°13	121°16	
27-7	28	4°20	121°34	
28-7	28	2°53	121°17	
29-7	28	2°4	120°41	
30-7	28	1°34 S	120°14	
31-7	28	0°22 N	120°59	

Date O.S.	Temperature	Latitude	Longitude Pico de Tenerife	Remarks
1-8	28	2°35	[120°25]	
2-8	28	4°48	[120°36]	
3-8	26	6°50	[121°40]	
4-8	28	9°5	[123°30]	
5-8	26	10°40	[126°00]	
6-8	27	12°37	[127°29]	
7-8	27	14°15	[128°31]	
8-8	28	16°8	[129°11]	
9-8	28	18°6	[129°53]	
10-8	29	19°54	[130°16]	
11-8	28	20°25	[130°22]	
12-8	27	20°44	[130°20]	
13-8	27	22°15	-	
14-8	28	22°6	128°50	
15-8	28			
16-8	29			
17-8	29			
18-8	30			
19-8	30			
20-8	30			Anchored at Whampoo

Return

Date O.S.	Temperature	Latitude	Longitude Pico de Tenerife	Remarks
29-1-1749	15	-	-	raising anchor
30-1	13	20°40	[129°1]	
31-1	15	18°21	[129°7]	
1-2	20	15°40	[129°25]	
2-2	24	13°40	[128°12]	
3-2	24	11°36	[127°00]	
4-2	24	9°30	[125°35]	
5-2	24	8°24	[123°00]	
6-2	25	6°32	[121°38]	
7-2	25	5°5	[120°51]	
8-2	25	3°24	[120°2]	
9-2	25	1°47 N	[120°46]	
10-2	26	0°1 S	[121°28]	
11-2	26	1°23	[120°20]	
12-2	26	2°9	[120°45]	
13-2	27	3°17	[121°19]	
14-2	27	3°57	[121°32]	anchoring at Lucepara
15-2	28	5°25	[121°12]	
16-2	29	7°20	[120°15]	
17-2	29	7°20	-	
18-2	29	-	-	
19-2	28	8°26	119°00	

Date O.S.	Temperature	Latitude	Longitude Pico de Tenerife	Remarks
20-2	28	10°18	118°15	
21-2	28	12°12	117°17	
22-2	28	13°15	115°55	
23-2	24	14°00	112°49	
24-2	27	14°36	110°43	
25-2	24	15°17	108°19	
26-2	27	16°12	105°28	
27-2	26	17°5	102°54	
28-2	26	18°56	100°24	
1-3	26	18°30	98°33	
2-3	26	19°14	96°38	
3-3	26	19°35	95°19	
4-3	24	20°9	93°28	
5-3	26	21°00	91°00	
6-3	26	21°32	88°58	
7-3	26	22°4	87°7	
8-3	26	22°34	84°50	
9-3	25	23°8	81°38	
10-3	25	23°53	78°42	
11-3	25	24°32	76°22	
12-3	25	25°34	73°23	
13-3	25	26°38	70°34	
14-3	25	27°27	69°3	
15-3	25	28°1	68°16	
16-3	25	28°32	67°4	
17-3	25	28°50	65°23	
18-3	26	29°33	62°7	
19-3	27	30°28	59°55	
20-3	27	30°45	59°30	
21-3	26	30°50	58°3	
22-3	25	31°29	55°25	
23-3	25	32°16	52°53	
24-3	24	32°36	51°28	
25-3	23	33°6	49°32	
26-3	21	33°19	47°57	
27-3	21	33°30	47°18	
28-3	23	33°41	46°33	
29-3	24	33°21	46°15	
30-3	21	33°41	45°5	
31-3	21	35°26	42°48	
1-4	17	35°56	42°17	
2-4	18	35°40	42°20	
3-4	19	35°37	41°32	
4-4	20	35°21	40°28	
5-4	21	35°35	39°20	
6-4	22	35°51	37°59	
7-4	18	35°50	37°3	
8-4	17	35°20	37°1	

Date O.S.	Temperature	Latitude	Longitude Pico de Tenerife	Remarks
9-4	17	35°24	36°52	
10-4	17	35°17	34°46	
11-4	21	35°9	32°41	
12-4	20	33°36	30°40	
13-4	19	33°18	28°36	
14-4	20	31°00	26°10	
15-4	20	29°00	23°40	
16-4	20	26°50	21°20	
17-4	21	24°50	19°53	
18-4	21	23°14	18°52	
19-4	22	22°6	18°2	
20-4	22	21°14	17°4	
21-4	23	19°50	16°3	
22-4	23	18°30	15°18	
23-4	24	17°41	14°37	
24-4	23	16°45	13°15	
25-4	22	16°2	10°45	
26-4	22	16°00	9°11	
27-4	22	16°00	-	anchoring at S. Helena
28-4	22	-	-	
29-4	22	-	-	
30-4	22	-	-	
1-5	22	15°6	8°17	
2-5	23	13°57	7°12	
3-5	24	12°6	5°25	
4-5	26	10°19	3°46	
5-5	26	8°42	1°58	
6-5	27	6°52	0°14 E	
7-5	27	5°7	1°28	
8-5	27	3°45	2°50	
9-5	27	2°27	4°8	
10-5	27	1°7	5°34	
11-5	27	0°25 N	6°39	
12-5	27	1°48	7°38	
13-5	27	3°9	8°16	
14-5	27	4°14	8°39	
15-5	27	4°57	8°53	
16-5	26	5°12	8°53	
17-5	26	5°40	8°50	
18-5	25	6°27	9°3	
19-5	26	7°5	10°11	
20-5	26	8°9	11°34	
21-5	26	9°19	12°43	
22-5	26	10°48	13°51	
23-5	26	12°12	14°58	
24-5	26	13°37	16°22	
25-5	26	15°15	17°47	

Date O.S.	Temperature	Latitude	Longitude Pico de Tenerife	Remarks
26-5	25	17°10	19°6	
27-5	25	19°8	20°30	
28-5	24	20°50	21°5	
29-5	24	22°25	22°34	
30-5	24	24°11	23°38	
31-5	24	26°9	24°20	
1-6	24	27°19	24°25	
2-6	24	27°58	24°5	
3-6	23	29°17	23°7	
4-6	23	29°40	22°49	
5-6	23	30°10	22°22	
6-6	24	30°4	21°54	
7-6	24	30°53	21°36	
8-6	24	32°18	20°37	
9-6	23	32°25	19°17	
10-6	22	32°53	18°52	
11-6	23	33°16	18°40	
12-6	24	33°17	18°43	
13-6	23	33°55	19°29	
14-6	22	34°39	19°37	
15-6	22	35°47	19°32	
16-6	22	37°20	19°27	
17-6	22	39°27	19°12	
18-6	22	41°43	17°17	
19-6	20	42°47	15°26	
20-6	19	44°18	12°2	
21-6	20	45°46	8°55	
22-6	20	47°30	5°3	
23-6	20	48°20	3°30	
24-6	19	49°8	0°38 W	
25-6	18	49°36	1°37	
26-6	19	49°42	4°17	
27-6	19	49°45	6°31	
28-6	19	49°43	9°11	
29-6	19	50°4	10°15	
30-6	20	50°10	10°45	
1-7	20	50°2	11°50	
2-7	20	50°30	14°20	
3-7	19	50°50	16°49	in sight of Dover
4-7	19	52°58	18°42	
5-7	18	54°27	19°20	
6-7	18	55°48	20°41	
7-7	15	55°30	20°6	
8-7	16	56°4	21°30	
9-7	15	57°28	24°40	
10-7	15	57°54	-	In sight of Vinga
11-7	16	-	-	Anchoring at Gothenburg

Date	Temperature	Latitude	Longitude ¹ [Braad]	Longitude ² [Elphinstone]	Remarks
1-4-1750	-	-	-		depart from Gothenburg
-	-	-	-		waiting for favourable wind
10-4	12°	57°44	1°25 ³	9°9	in sight of Marstrand
11-4	10?	56°4	3°2 ⁴	5°47	in sight of Jutland
12-4	10	53°52	4°22 ⁵	4°8	
13-4	12	53°1	4°50 ⁶	3°15	
14 → 28-4	-	-	-		short stop at Dunkirk ; crossing the Channel : no figures for temperature
29-4	17	38°18	from Fairley 8°59	12°42	
30-4	18	36°40	9°38	13°32	
1-5	19	35°00	10°26	14°29	
2-5	19	33°5	10°24	14°29	
3 → 11-5	-	-	-		at anchor at Funchal
12-5	-	30°53	from Madeira 0°31 W	18°4	
13-5	22	28°52	1°32	19°13	in sight of Palma
14-5	23	26°13	2°10	19°16	
15-5	23	24°20	2°36	20°26	
16-5	23	21°51	3°13	21°6	
17-5	23	19°32	3°20	21°14	
18-5	24	17°23	3°30	21°23	
19-5	25	15°14	3°38	21°31	
20-5	26	13°41	3°27	21°22	
21-5	27	11°41	3°9	21°4	
22-5	28	9°57	2°38	20°31	
23-5	28	9°19	2°38	20°31	
24-5	28	7°36	2°9	20°4	

1. Variable 'meridian distance'.

2. From London.

3. Longitude from Marstrand according to *Kort Dagbok öfver en resa med skeppet Götha Leyon hållen af Georg Elphinstone (KVAB)*.

4. Idem.

5. Idem.

6. Idem.

Date	Temperature	Latitude	Longitude ¹ [Braad]	Longitude ² [Elphinstone]	Remarks
25-5	28	6°25	1°59	19°53	
26-5	28	6°5	2°19	20°14	
27-5	29	5°57	2°24	20°14	
28-5	28	5°47	2°24	20°14	
29-5	27	4°50	3°14	21°4	
30-5	26	3°59	3°39	21°28	
31-5	26	2°39	4°43	22°31	
1-6	26	2°19	3°45	21°28	
2-6	26?	1°39	5°00	22°48	
3-6	26?	0°22 N	5°50	23°32	
4-6	26?	1°7 S	6°19	24°4	
5-6	26?	2°41	6°53	24°29	
6-6	26?	4°25	7°43	25°17	
7-6	26?	5°57	8°43	26°00	
8-6	26?	7°44	9°4	26°30	
9-6	26?	9°25	9°27	26°52	
10-6	26	11°13	9°54	27°21	
11-6	26	12°57	10°5	27°38	
12-6	25	14°30	10°25	28°00	
13-6	24?	16°7	10°10	27°43	
14-6	24	17°50	9°42	27°12	
15-6	24	19°8	9°9	26°26	
16-6	24	19°46	8°42	26°5	
17-6	25	20°7	8°36	25°56	
18-6	23	20°46	8°53	26°12	
19-6	23	22°17	8°58	26°12	
20-6	23	24°1	7°34	24°38	
21-6	22?	25°1	6°42	23°39	
22-6	22	26°56	5°12	21°54	
23-6	22	28°56	3°32	20°7	
24-6	22	30°46	1°42	17°53	
25-6	18	30°56	0°1 O	16°11	
26-6	18?	31°43	1°15	14°34	
27-6	16	32°49	3°5	11°24	
28-6	14	34°4	6°41	7°58	
29-6	12	34°56	9°31	4°30	
30-6	12	35°27	12°32	0°50 W	
1-7	12	35°36	15°11	2°5 E	
2-7	13	35°47	16°37	4°10	
3-7	15	35°52	19°45	8°00	
4-7	16	35°45	22°39	11°33	
5-7	13	35°31	24°45	14°15	
6-7	13	35°9	26°13	15°50	
7-7	13	34°49	27°5	16°49	
8-7	13	34°56	27°5	16°49	
9-7	15 30 in the sun	34°54	28°8	18°15	

Date	Temperature	Latitude	Longitude ¹ [Braad]	Longitude ² [Elphinstone]	Remarks
10-7	15 18 in the sun	35°41	30°1	20°24	
11-7	17	35°56	32°24	23°17	
12-7	17 28 in the sun	35°25	34°27	25°55	
13-7	16	35°57	35°27	27°10	
14-7	16	35°36	37°2	29°9	
15-7	17	36°24	from Cape Agulhas 2°56	21°46	
16-7	19	36°28	5°24	24°13	
17-7	20	36°46	7°32	26°21	
18-7	20	36°26	9°55	28°43	
19-7	17	36°16	12°22	31°9	
20-7	18	35°40	14°46	33°24	
21-7	17	34°34	16°31	35°28	
22-7	17	33°9	17°43	36°42	
23-7	19	32°9	19°12	38°2	
24-7	20	31°27	20°29	39°22	
25-7	18	28°57	21°40	40°32	
26-7	18	27°5	22°32	41°19	
27-7	20	26°10	22°37	41°29	
28-7	22	24°19	24°33	43°25	
29-7	24	23°22	25°27	44°13	Madagascar observed
30-7	25	23°00	-	44°13	
31-7	25	21°55	-	44°00	
1-8	25	19°57	-	43°54	
2-8	27	18°53	-	43°58	
3-8	25	18°18	-	44°10	
4-8	26	17°29	-	44°34	
5-8	26	16°21	-	44°20	I.Paracel seen
6-8	26	14°59	-	44°49	
7-8	26	13°48	-	44°49	
8-8	26	13°11	-	45°4	Mohilla & Mayotta observed
9-8	26	13°1	-	45°29	Johanna observed
10-8	26	12°00	-	45°53	idem
11-8	27	12°9	-	45°53	idem
12-8	27½	11°47	-	45°20	anchoring at Johanna
13-8	24	-	-	-	
14-8	24	-	-	-	
15-8	25	-	-	-	
16-8	24	-	-	-	
17-8	25	-	-	-	

Date	Temperature	Latitude	Longitude ¹ [Braad]	Longitude ² [Elphinstone]	Remarks
18-8	26	-	-	-	
19-8	26	-	-	-	
20-8	27	12°6	-	-	raising anchor
21-8	27	11°48	-	-	
22-8	26	10°4	from Johanna 0°2 W	44°53	
23-8	26	7°54	0°10	44°47	
24-8	26	5°48	0°23	44°31	
25-8	26	4°10	0°32	44°22	
26-8	26	2°47	0°38	45°35	
27-8	26	1°20	1°46	46°35	
28-8	26	-	2°41	47°34	
29-8	26	1°52 N	4°11	48°54	
30-8	27	4°23	5°25	50°14	
31-8	26	7°38	7°13	52°00	
1-9	26	10°3	8°51	53°41	
2-9	26	11°56	10°14	55°8	
3-9	26½	14°7	11°55	57°4	
4-9	27	15°56	13°23	58°34	
5-9	26½	17°9	15°2	60°8	
6-9	27	18°13	16°30	61°37	
7-9	27	18°41	17°36	62°56	
8-9	27½	19°10	18°49	64°15	
9-9	27½	19°35	20°9	65°40	
10-9	27½	19°36	21°49	67°26	
11-9	28	19°44	23°36	69°16	
12-9	29½	19°53	24°43	70°27	
13-9	29	19°55	25°22	71°8	
14-9	28°6	-	-	71°36	
15-9	28	20°26	-	-	
16-9	29	-	-	-	anchoring at Surate
17-9	29	-	-	-	idem
18-9	29	-	-	-	idem
2-3-1751	26½	-	-	-	stay in Surate
3-3	27½	19°40	from St. John 0°36 W	-	
4-3	27½	19°11	1°20	71°57	
5-3	28	18°35	2°11	71°3	
6-3	31	17°5	1°48	71°27	
7-3	31½	15°54	1°16	72°00	
8-3	31	15°8	0°31	72°45	
9-3	30	14°20	0°26 E	73°46	
10-3	31	13°42	1°28	74°44	
11-3	30	13°26	1°43	75°12	
12-3	30½	-	-	-	in sight of Bassalore

Date	Temperature	Latitude	Longitude ¹ [Braad]	Longitude ² [Elphinstone]	Remarks
13-3	30½	-	-	-	at anchor at Mangelore stay in Mangalore
21-4	31½	-	-	-	raising anchor
22-4	31	-	-	-	
23-4	32	10°42 N	from Sacrifice 0°12 W	-	
24-4	31¼	10°1	0°9	-	
25-4	31	9°26	0°6	-	
26-4	32	8°25	0°7 E	-	
27-4	29	7°55	0°16	-	
28-4	28½	7°20	0°37	-	
29-4	28	6°4	0°59	-	
30-4	28	5°14	3°3	-	
1-5	29	4°46	5°27	-	
2-5	28	5°7	7°15	-	
3-5	29	5°34	9°37	-	
4-5	28	6°3	11°54	-	
5-5	27½	5°31	14°6	-	
6-5	28	6°6	15°58	-	
7-5	29	6°4	17°39	-	
8-5	29	6°18	-	-	in sight of Ronda
9-5	29½	6°18	from Ronda 1°52	-	
10-5	31	6°32	-	-	
11-5	30	6°10	-	-	observing Pulo Buton & Pulo Pera
12-5	30½	-	-	-	observing Kedah
13-5	-	-	-	-	anchoring at Kedah several stops
3-6	-	3°27	-	-	leaving Salangore
4-6	29	2°58	-	-	
5-6	30	2°42	-	-	Cape Rachada
6-6	29	-	-	-	
7-6	29	-	-	-	
8-6	29	-	-	-	at Malacca
9-6	29	-	-	-	
10-6	28¾	-	-	-	observing Formosa
11-6	30¼	-	-	-	
12-6	30	-	-	-	at Pulo Pisang

Date	Temperature	Latitude	Longitude ¹ [Braad]	Longitude ² [Elphinstone]	Remarks
13-6	31	-	-	-	
14-6	31	-	-	-	
15-6	31	-	-	-	
16-6	31	-	-	-	observing St. John
17-6	31	-	-	-	at St. John
18-6	27	-	-	-	out of Street of Malacca
19-6	29	3°54 N	from Pulo Timon 0°39 E	-	
20-6	29	5°2	1°10	-	
21-6	28	7°5	2°00	-	
22-6	28½	8°56	3°28	-	
23-6	29	10°37	4°10	-	
24-6	29	12°40	from Pulo Sapata 2°32		
25-6	29½	14°28	3°54	-	
26-6	30	16°20	4°39	-	
27-6	31	17°29	4°23	-	
28-6	31	18°18	4°2	-	
29-6	31	-	-	-	
30-6	31	-	-	-	observing China
1-7-1751	31	-	-	-	passing Macao stay in Canton
6-1-1752	18	20°52 N	from Ladron 0°13	-	
7-1	21	18°34	1°12	-	
8-1	23	16°1	1°26	-	
9-1	25	13°31	0°26	-	
10-1	25	11°00	1°16 W	-	
11-1	26	8°55	3°37	-	
12-1	28	6°58	from Pulo Condore 0°33	-	
13-1	27½	4°37	1°34	-	
14-1	27	-	-	-	observing Timon, Pisang &, Auroe
15-1	27¼	-	-	-	observing Lingin
16-1	28	-	-	-	observing Mount Monopin
17-1	29	-	-	-	passing Street of Bangka
18-1	28¾	-	-	-	passing Two Brothers
19-1	28½	-	-	-	crossing Sunda Street

Date	Temperature	Latitude	Longitude ¹ [Braad]	Longitude ² [Elphinstone]	Remarks
20-1	28	-	-	-	in Mew Bay
21-1	28	-	-	-	idem
22-1	28	-	-	-	
23-1	29	8°11	from Head of Java 0°38 W	103°23	
24-1	31	9°00	1°3	103°3	
25-1	29½	9°50	1°27	102°43	
26-1	28	10°25	1°27	102°49	
27-1	27¾	11°53	2°20	101°47	
28-1	28	12°19	2°11	101°58	
29-1	27	12°9	3°14	100°47	
30-1	27½	13°10	5°00	99°10	
31-1	28	13°53	6°44	97°23	
1-2	27½	14°46	8°16	95°48	
2-2	27½	15°40	10°6	93°56	
3-2	27¾	16°8	12°1	92°6	
4-2	28	17°8	14°4	89°59	
5-2	27½	18°17	16°32	87°25	
6-2	27¾	19°26	19°6	84°44	
7-2	27¼	21°34	26°37	81°50	
8-2	27	20°49	24°19	79°24	
9-2	27¼	21°34	26°37	76°46	
10-2	27½	22°21	28°33	74°39	
11-2	27	23°5	30°36	72°20	
12-2	26	23°52	32°54	69°51	
13-2	27	24°31	35°28	67°4	
14-2	27	25°17	38°00	64°15	
15-2	27½	25°48	39°59	62°3	
16-2	28	26°16	41°37	60°14	
17-2	27½	26°46	43°5	58°38	
18-2	28	27°9	44°7	57°27	
19-2	28	27°35	45°4	56°22	
20-2	26	27°41	46°7	55°12	
21-2	28	28°30	48°39	52°18	
22-2	27¾	29°11	50°29	50°14	
23-2	27½	29°43	52°19	48°10	
24-2	26	30°33	53°56	46°19	
25-2	24	31°2	55°35	44°26	
26-2	27½	31°40	56°40	43°13	
27-2	24½	31°54	56°50	42°56	
28-2	25	31°51	57°36	42°7	
29-2	25½	32°9	58°47	40°43	
1-3	27	32°30	59°59	39°19	
2-3	25	33°6	61°50	37°9	
3-3	18	33°22	62°54	35°49	
4-3	22	33°46	64°50	33°27	

Date	Temperature	Latitude	Longitude ¹ [Braad]	Longitude ² [Elphinstone]	Remarks
5-3	25	34°13	67°2	30°25	
6-3	23	34°51	69°52	27°19	
7-3	22¼	35°34	72°14	24°37	
8-3	22	35°46	72°14	22°53	
9-3	22	35°5	75°49	20°9	
10-3	21¾	34°25	from Cape Good Hope 1°10 W	17°16	
11-3	22¼	33°31	1°54	16°2	
12-3	22	32°47	2°19	15°29	
13-3	22	32°38	3°12	14°26	
14-3	23	31°43	3°37	13°48	
15-3	24¾	30°49	4°24	12°52	
16-3	25	30°33	4°37	12°35	
17-3	24½	30°18	4°55	12°10	
18-3	25	30°13	5°31	11°24	
19-3	24	30°11	5°50	11°3	
20-3	23½	29°34	5°53	11°3	
21-3	24	29°23	6°49	10°1	
22-3	22¾	27°40	8°10	8°24	
23-3	24	25°45	10°15	5°56	
24-3	24½	23°42	12°11	3°58	
25-3	25	21°59	13°47	2°15	
26-3	26	20°46	15°1	1°2	
27-3	26	19°46	15°57	0°3 E	
28-3	26¾	18°8	17°22	1°25 W	
29-3	26¾	16°53	18°22	2°48	
30-3	27	15°29	19°59	4°23	
31-3	27½	13°21	21°28	5°53	
1-4	27	11°23	22°52	7°14	
2-4	28	9°25	24°17	8°34	
3-4	27¾	8°10	25°54	10°6	
4-4	27	7°57	28°30	12°44	
5-4	27	7°49	31°00	15°17	
6-4	28¾	-	-	-	anchoring at Ascension
7-4	28¾	-	-	-	
8-4	28¾	-	-	-	
9-4	29	6°50	from Ascension 1°38 W	16°37	
10-4	29¾	5°50	2°54	17°47	
11-4	30	4°35	4°19	19°7	
12-4	30	3°27	5°33	20°17	
13-4	30°10 [!]	2°30	6°34	21°14	
14-4	30	2°14	6°50	21°38	
15-4	30	1°30	7°30	22°14	

Date	Temperature	Latitude	Longitude ¹ [Braad]	Longitude ² [Elphinstone]	Remarks
16-4	30¼	0°14 S	8°34	23°18	
17-4	28¾	0°51 N	9°18	24°7	
18-4	29	2°3	9°49	24°34	
19-4	28¾	2°33	9°57	24°49	
20-4	29¼	3°6	10°19	25°16	
21-4	28¾	3°14	10°25	25°19	
22-4	28	3°22	10°25	25°25	
23-4	29	3°40	10°27	25°49	
24-4	27	4°00	10°29	25°51	
25-4	28	5°25	10°36	25°55	
26-4	30	5°35	10°37	25°5	
27-4	29½	5°46	10°38	26°13	
28-4	28¾	6°4	10°54	26°35	
29-4	28¼	6°55	11°52	27°45	
30-4	28¾	7°51	14°18	29°19	
1-5	27½	8°58	15°38	30°40	
2-5	27	9°59	17°1	32°1	
3-5	26½	11°31	18°3	33°4	
4-5	26	12°55	18°47	34°1	
5-5	25	14°20	19°48	35°4	
6-5	25	15°47	20°30	35°50	
7-5	25	17°32	21°8	36°28	
8-5	25	19°17	21°42	37°2	
9-5	25	20°34	22°3	37°24	
10-5	25	21°59	22°26	37°50	
11-5	25	23°21	22°55	38°14	
12-5	25	24°11	23°11	38°29	
13-5	27	24°52	23°6	38°22	
14-5	26¼	25°7	23°6	38°20	
15-5	25	25°49	22°56	38°7	
16-5	27½	26°17	22°50	37°58	
17-5	27½	26°25	22°50	37°58	
18-5	25¾	26°46	22°30	37°48	
19-5	24¾	27°48	22°40	37°57	
20-5	25	28°33	22°45	38°5	
21-5	24¾	29°42	22°32	38°5	
22-5	24¾	30°45	22°40	38°5	
23-5	25½	31°5	22°48	38°13	
24-5	24¾	31°55	22°22	37°45	
25-5	24¾	33°51	20°57	36°6	
26-5	24	35°19	19°40	34°30	
27-5	22¾	36°28	18°40	33°20	
28-5	20½	38°26	17°22	31°39	
29-5	19½	38°41	15°3	28°43	
30-5	22	38°43	13°3	26°10	
31-5	21	39°23	from Fayal 0°18 E	28°45	observing Pico

Date	Temperature	Latitude	Longitude ¹ [Braad]	Longitude ² [Elphinstone]	Remarks
1-6	16¾	41°7	1°24	27°19	
2-6	17¾	41°53	2°7	26°22	
3-6	16	42°10	3°22	24°33	
4-6	17¾	42°40	3°22	24°28	
5-6	18	42°30	3°49	23°56	
6-6	19	43°39	3°46	24°4	
7-6	20	44°11	4°8	23°57	
8-6	19	45°25	6°4	21°3	
9-6	18¾	46°1	7°24	19°8	
10-6	19	46°27	8°27	17°38	
11-6	19¾	47°32	10°55	14°2	
12-6	[18¾]	48°54	13°21	10°32	
13-6	17½	49°13	14°58	8°11	
14-6	16	49°47	17°12	4°49	
15-6	18	-	-	-	passing the Lizard
16-6	16¾	-	-	-	passing Wight
17-6	17	-	-	-	passing Dover
18-6	18¾	52°37	from Forland 1°13	3°14	
19-6	18½	54°21	1°43	4°2	
20-6	17	54°43	1°7	2°52	
21-6	18¾	55°51	1°56	4°16	
22-6	18¾	56°48	2°31	5°24	
23-6	20½	57°15	3°14	6°51	
24-6	21	57°17	3°52	7°58	
25-6	19	-	-	10°22	observing Jutland
26-6	-	-	-	-	anchoring at Gothenburg

ABSTRACT

Measuring the temperature at sea in the 18th century.

During the 18th century, new scientific disciplines were developed from the common tree of natural science. On the ships of the East India companies trading to the Far East, officers, supercargoes, ship's writers and chaplains, during these long distance travels had plenty of time for 'leisure'. Being acquainted with recording data, they showed interest for observations dealing with geography, oceanography, meteorology, botany and zoology, and even with the economics of the countries visited. Though basically not related to scientific expeditions at all, the results of the observations made during the voyages were put into the logbooks, the ship's journals of the East Indiamen and in diaries of all kind.

It seems that the first records of measuring systematically the temperature at sea appeared during the 18th century. This paper is dealing with values of temperature recorded on a ship of the Austrian East India Company, the so-called Ostend Company, and on several Swedish East Indiamen. These records are far from being unimportant, especially the Swedish ones, since there was a link with the Swedish *Royal Academy of Sciences* and the attempts at the *Uppsala University* in constructing thermometers by Anders Celsius and his fellows.

The data recorded and analysed are no samples, but continuous series built on daily observations at sea. If systematically noticed values of temperatures precisely are of great interest for scholars, some fundamental questions remain unsolved as: how those 'sailors' were reading the temperature; by which instruments and of which calibration they were.

No doubt, the curiosity for the meteorological phenomenon of temperature emerged, but, as a matter of fact, mostly limited to recording the data roughly. Of course, no links were put to other phenomenons as air pressure and speed of the ship, e.g. But, in the end, the figures were handed over to the scholars onshore.

ckoninck@vub.ac.be

QUARANTAINES ¹

DOOR

Roland VAN CLEEMPOEL

Inleiding

Met betrekking tot de Middeleeuwen is er niet veel op medisch preventief vlak het vermelden waard, behalve het begrip quarantaine. Deze maatregel is dan ook buitengewoon en in epidemiologisch en preventief opzicht tot op onze dagen onnavolgbaar in het effect op de volksgezondheid. De middeleeuwse mens, in al zijn angsten, heeft een geweldige uitvinding gedaan door zich te beschermen tegen onbekende ziekten, namelijk iets of iemand afzonderen. De quarantaine als instelling is een maatregel die nu nog in al zijn eenvoud voortleeft, en werd ingesteld voor men de vaccinaties geneeskundig doordacht en praktisch verwerkt had. Er is niets zo eenvoudig als de quarantaine : hou een verdachte persoon, dier of koopwaar van andere weg en voorkom zo overdracht van een besmettelijke epidemische ziekte. In de praktijk is dit echter niet altijd zo eenvoudig. Bij de recente ebola epidemie vergde het harde maatregelen en veel uitleg om de mensen tijdens het rouwproces weg te houden van de overledene.

Deze tekst tracht quarantaine in een modern perspectief te plaatsen : vanwaar komt quarantaine ; hoe heeft ze gewerkt en heeft ze nog nut ? Vooral dient deze korte beschrijving, hoe onvolmaakt ook, om de maritieme link met quarantaine te bevestigen. Het uitvinden en instellen van een afzonderingsperiode voor een schip was uiterst efficiënt om te beletten dat een mogelijke besmetting aan boord zich verder kon uitbreiden in een havenstad. Deze maatregel groeide uit tot een internationaal aanvaarde instelling met als doel de mensen te beschermen. Voor men de vaccinaties kon toepassen, moest men de ziekte leren doorgronden in haar ziektekiemen : virus, bacterie, schimmel enz. Dat het duurde tot in de 19de en 20ste eeuw wekt geen verwondering gezien de complexiteit qua incubatie, transmissie en behandeling van de ziekten. We moesten wachten tot „wijze mannen” in de geschiedenis van de geneeskunde de ziektekiemen en

1. Deze tekst wordt opgedragen aan de eenzame man of vrouw, die in quarantaine angstig en onzeker moet afwachten, welke ziekte al dan niet bij hem of haar zal uitbreken. Ziekte die eventueel tot de dood kan leiden. Dit is de periode waarin veel zeelui hun testament hebben geschreven.

symptomen leerden begrijpen en technisch microscopisch aantoonbaar maakten. Voor de vaccinaties was er epidemiologisch, preventief en individueel slechts één maatregel : quarantaine. De maatregel was wreed, maar zeer efficiënt indien streng toegepast. Wil quarantaine goed werken, dan moeten er internationaal regels aanvaard worden in de luchtvaart, de zeevaart en het verkeer over de weg. Instanties moeten internationaal kunnen optreden en wetten of maatregelen kunnen uitvaardigen met eventuele straffen. Dit veronderstelt een goed draaiende en correcte administratie die niet corrupt is en die op basis van wetten en eventueel met de medewerking of steun van politie of leger iets of iemand kan isoleren. Het begrip quarantaine is ingesteld en uitgedacht door de gemeenschap om de verspreiding van een al of niet besmettelijke ziekte tegen te gaan. Quarantaine werkt pas efficiënt indien het transport van mensen, dieren en goederen, zowel in de lucht, over het water als over de weg onder nationale en internationale controle staat. Men heeft in de loop van de geschiedenis het verband leren ontdekken tussen een ziekte bij iemand of iets uit een vreemd land en nadien dezelfde ziekte in de eigen stad. Dit betekent met andere woorden dat reizen als dusdanig gevaren inhoudt.

Sinds de laatste grote pestepidemieën hebben we in Europa geen echt doorgedreven quarantaine meer gekend. Nochtans kunnen we ons voorstellen dat recent opduikende ziekten als ebola, voedselcontaminaties en onbekende epidemische sterfgevallen de internationale gemeenschap zeer snel emotioneel kunnen doen reageren met strenge en vergaande quarantaine maatregelen. Deze maatregelen zijn het meest bekend voor het indijken van besmettelijke ziekten. De bekendste zijn de vier „klassiekers” : Pokken Cholera, Gele Koorts en Pest. Nochtans zien we op ieder continent en land quarantaine maatregelen tegen tuberculose- en lepralijders. Vooral de lepralijders hebben het de hele geschiedenis door moeten ontgelden tot de moderne geneeskunde deze ziekte volledig onder controle kreeg. De bekendste quarantainemaatregel voor lepra was de wetgeving op Hawaï met de afzondering van de lepralijders op Molokaï. De wreedheid van deze maatregel werd het best aangetoond door de schitterende inzet van Pater Damiaan. Minder bekend, maar even erg in hun individuele wanhoop waren andere leprakampen : Island of Death in Canada was gelegen in Brits Columbia en opgericht in 1815 wanneer lepra werd vastgesteld bij een Chinese migrant. Het quarantaine centrum werd pas gesloten in 1957. Een ander bekend centrum was in de USA (het Baltimore Quarantine Maritime Hospital). In 1832 openden de Britse autoriteiten een quarantainestation in de omgeving van Quebec om immigranten op te vangen na een choleraepidemie in Engeland. Later werd dit station ook gebruikt tegen tyfus en pokken. Na een quarantaine-maatregel in verband met polio in 1916 kwam er een volksoptstand in Oyster Bay in New York. Op Kreta was er Spina Longa. De republiek Kreta, autonoom verklaard onder heerschappij van de sultan in 1898, nam in 1903 een motie aan waardoor Spina Longa werd uitgebouwd tot een leprakolonie. Duizenden

mensen, zowel mannen als vrouwen, hebben hier gewoond en zijn in quarantaine gestorven. In 1957 werd Spina Longa opgeheven en de 30 laatste lepralijders werden naar een ziekenhuis in Athene overgebracht. Recent waren er de quarantainemaatregelen voor de kindertehuizen in Rusland om de nieuwe epidemie van difterie in te dijken. Vanaf de eerste pestepidemieën merken we hoe vele tehuizen van kloosters die hospitalen waren voor leprozen en armen, omgebouwd werden tot pesthuizen en quarantainestations waar men kon isoleren, observeren en afwachten of de patiënt al dan niet besmet was. Dit laatste werd pas duidelijk bij een eventuele sterfte. Deze huizen waar men reizigers en autochtonen voor de pestilentieziekten (pokken, tyfus, cholera en pest) afzonderde, hebben hun nut bewezen om de gemeenschap te beschermen tegen een verdere verspreiding. Men maakte nochtans vele fouten omdat men soms de overdracht van een ziekte op de mens niet begreep, bijvoorbeeld de vlo op de rat als vector bij de pestverspreiding onder de mensen.

Wil men de gedachte achter quarantaine begrijpen dan moet men dieper ingaan op de kennis die mensen hadden van ziekte, transmissie met direct persoonlijk contact, religieuze en bovennatuurlijke invloed. De eerste die in de geschiedenis van de geneeskunde het begrip ziekte trachtte te onttrekken aan de invloedssfeer van de goden was Hippocrates. Sindsdien stelde men toch vast dat een bepaalde ziekte krijgen meer een probleem leek te zijn van direct persoonlijk contact zonder goddelijke tussenkomst. Daarenboven wist men niets af van het begrip ziektekiem. Er waren geleerden die beweerden dat ziekten besmettelijk waren en anderen die beweerden dat de oorzaak in het milieu lag, of in inwendige en uitwendige stoornissen. Men stelde ook vast dat alhoewel mensen in quarantaine zaten voor bijvoorbeeld gele koorts, anderen die niet met de patiënt in aanraking kwamen toch de ziekte kregen. Daarbij stelde men vast dat het verplegend en administratief personeel van het quarantainestation zonder enige bescherming of medicatie de ziekte, in casu gele koorts, niet kregen. Men stelde ook vast dat zware gelekoortsepidemieën eindigden met weersveranderingen. Het mysterie werd opgelost nadat men aantoonde dat de transmissie van het virus dat gele koorts veroorzaakte gebeurde met een muskiet en dat in de winter deze muskieten veel minder voorkwamen. Vele artsen viel het ook op dat deze epidemieën vooral voorkwamen in dichtbevolkte steden en streken waar een verarmde bevolking dicht opeengepakt en in weinig hygiënische omstandigheden leefde. Men dacht dat de oorzaak van deze epidemie de 'verpeste' lucht was, het water of bedorven voedsel en men dacht niet aan een ziektekiem. De wetenschappers die achter de ziektekiem stonden kregen gelijk, namelijk dezelfde kiem kan door zijn besmettelijkheid vele mensen besmetten. Door een vaccinatie tegen deze kiem, bijvoorbeeld gele koorts kan men juist deze besmetting voorkomen.

Inzicht in de ziekte en in overdracht van de ziektekiem is dus van enorm belang om de besmettelijkheid, die al of niet epidemische vormen kan aan-

nemen, te voorkomen. Soms zijn eenvoudige maatregelen voldoende, zoals bijvoorbeeld bij ebola waar de mensen moeten leren geen enkel contact te hebben met de secreties : zweet, tranen, bloed, stoelgang, urine, sperma van een ebolalijder en men zo gevrijwaard wordt. Om daarentegen de pokken in te dijken en tot staan te brengen heeft men bijna de gehele wereldbevolking moeten vaccineren.

HISTORISCHE ACHTERGROND

De eerste maal dat quarantaine daadwerkelijk werd uitgevoerd was in Ragusa het huidige Dubrovnik in 1377. Een schip moest met zijn bemanning dertig, later veertig dagen in afzondering blijven om te zien of er al of niet pest aan boord was bij de mannen die uit het Midden-Oosten kwamen.. Vandaar de benaming „quarantaine” uit het Italiaans quarenta.²

Waarom iemand specifiek veertig dagen lang in afzondering moest is niet bekend maar de relatie met de veertig dagen vastentijd in de rooms-katholieke kerk en de ramadan bij de moslims is te groot om er naast te kijken. Quarantaine is dus een periode van veertig dagen waarin iemand in afzondering leeft om te vasten en te bidden om nadien als een beter mens uit die periode van quarantaine naar voren te treden. In de eerste eeuwen van het christendom werd de veertig-dagentijd voor Pasen quarantaine genoemd... Dus het idee om iemand af te zonderen was bedoeld om te zien wat er bij een mens aan goede of kwade dingen te voorschijn kwam na veertig dagen ziekte bijvoorbeeld.

Vanaf het ogenblik dat de mensen zijn gaan reizen zowel op zee als op het land naar vreemde streken en continenten was er contact met vreemde mensen, vreemde culturen en uitwisseling om handelsbelangen. Deze uitwisseling bracht mensen dicht bij elkaar. Ze verbleven in elkaars nabijheid, aten en dronken samen, deelden dezelfde hygiënische omstandigheden gedurende een zekere tijd en brachten handelswaren mee uit die vreemde landen. Deze omstandigheden waren dan ook zeer gunstig om ziekten die bij ons nooit bestaan hebben te verspreiden langs de handelswegen. Deze ziekten kwamen mee als handelswaar, als souvenir bij de terugkeer van de ontdekkingsreiziger. De meeste van deze ziekten zijn langs maritieme weg verspreid geworden. Het is op deze trajecten op zee die verdacht werden van ziekteoverdracht dat het idee van quarantaine is ontstaan. Nu nog rust er een veel zwaardere quarantaineplicht op schepen dan op vliegtuigen.

Tot de 19de eeuw was het internationaal verkeer praktisch alleen maritiem. Het reizen op zee duurde weken en maanden. Was er iemand ziek aan boord dan was er voldoende incubatietijd om de ziekte te laten uitbreken en zo de gepaste maatregelen te nemen voor de overlevenden aan boord en de aankomst voor te

2. LYON en PETRUCELLI (1981), p. 349.

bereiden in de volgende haven. Vanaf de 20ste eeuw echter was er de enorme vooruitgang op het terrein van de internationale luchtvaart. Dit houdt in dat met betrekking tot de medisch quarantaine grote problemen kunnen ontstaan wanneer een man of vrouw een ziekte in zich draagt, maar nog geen symptomen vertoont van bijvoorbeeld pest. Deze patiënt landt een paar uren later in New York of Londen en nadat de incubatietijd van 4 tot 7 dagen voorbij is, krijgt hij of zij werkelijk de peptsymptomen. Dit stelt ons nationaal en internationaal voor enorme problemen.

Gedurende vele eeuwen hebben bepaalde ziekten zich als pandemieën verspreid over de wereld en waren ze soms zo erg dat de toenmalige beschaving zelfs werd bedreigd. Malaria was zo berucht dat bepaalde streken waar veel malaria voorkwam bijna ontvolkten. Het waren echter de quarantaineziekten die de landen dichter bij elkaar brachten om beschermingsmaatregelen uit te werken. Tussen 1881 en 1897 waren er tien internationale gezondheidsconferenties. In het begin van de 20ste eeuw tijdens de eerste decennia werden de Pan American Sanitary Organisation en de Office Internationale d'Hygiène Publique opgericht. Deze laatste organisatie werd wereldwijd het leidinggevend orgaan, tot in 1946 kort na de Tweede Wereldoorlog wegens het gevaar voor het uitbreken van epidemieën de WORLD HEALTH ORGANISATION (WHO) werd opgericht. In het Frans ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS).³ De International Sanitary Regulations werden aangepast op het 4de WHO-congres in 1951. Hier werden de maatregelen vastgelegd om de verspreiding van ziekten te beletten en controlesystemen voorgesteld die een land kan uitvaardigen om deze maatregelen efficiënt toe te passen. Deze maatregelen bleven van kracht tot in 1969, het jaar waarin ze op 25 juli officieel werden aangenomen en bekrachtigd door de WHO. Er gebeurde een aanpassing van het reglement in 1973 na belangrijke cholera-epidemieën. Op 8 mei 1980, tijdens de 33ste wereldgezondheidsraad, werd verklaard dat de wereld vrij was van pokken en raadde de WHO de leden aan om de pokkenvaccinatie niet meer toe te dienen en ook niet meer te eisen van de personen die het land binnenkwamen. In 1981, tijdens het 34ste wereldgezondheidscongres, werd dit nogmaals bevestigd en werden de pokken niet meer onderworpen aan de wereldgezondheidswetgeving. Op 1 januari 1982 trad deze wetgeving in werking. Deze wet bevatte de adviezen van de WHO en van het comité van de internationale quarantaine. Dit comité houdt zich in principe bezig met de studie rond en het uitdenken van allerhande maatregelen rond quarantaine. Voor ambtenaren en geneesheren, betrokken bij de maritieme of nautische geneeskunde, is het goed te weten dat deze maatregelen van 1 januari 1982 nog steeds van kracht zijn.

3. WHO (1983).

DEFINITIE

Om juridisch de term quarantaine en de gevolgen ervan beter te kunnen begrijpen past het om de definitie van quarantaine juist te omschrijven.

Volgens het eerste artikel van het Internationaal Gezondheidsreglement verstaat men onder quarantaine :

„de tijdelijke toestand of de situatie van een schip, vliegtuig, helikopter, trein, auto of gelijk welk voertuig tijdens dewelke de gezondheidsdiensten van een land maatregelen kunnen opleggen om de uitzaaiing te voorkomen van ziekten, reservoirs van ziektekiemen of van ziektevectoren.”⁴

Een andere definitie luidt :

„quarantaine is een tijdsperiode van 40 dagen van afzondering opgelegd aan iets of iemand door de gemeenschap.”

Een meer medische definitie houdt in :

„quarantaine betekent iemand in afzondering houden om te zien dat hij of zij zieker wordt en zijn of haar symptomen tot een diagnose kunnen leiden waaruit kan besloten worden dat het toelaten tot het vrij verkeren in een gemeenschap van mensen geen gevaar kan opleveren voor de gezondheid van deze bevolking.”⁵

Om te besluiten kunnen we stellen dat :

- quarantaine is een periode van 40 dagen die wordt opgelegd aan personen of goederen die in contact zijn geweest met patiënten die lijden aan een besmettelijke ziekte of komen uit een streek waar een besmettelijke ziekte endemisch of epidemisch voorkomt.

De maatregel werd en wordt nog steeds het strengst toegepast op de pestilente ziekten : pest, cholera, pokken, typhus en gele koorts. Pestilent staat voor ziekten met koorts en niet specifiek de pest. Deze maatregel kan gelden voor één individu maar ook voor een gehele scheepsbemanning of scheepslading afkomstig uit besmette gebieden.

Thans worden verdachte personen of goederen niet meer gedurende 40 dagen afgezonderd maar nog slechts tijdens de incubatieperiode van een verdachte ziekte. Volgens internationale overeenkomst zijn de volgende incubatieperioden van kracht voor de 4 officiële quarantaine ziekten :

- cholera : 5 dagen ;
- gele koorts : 6 dagen ;
- pest : 6 dagen ;
- pokken : 14 dagen.⁶

4. Ibidem, art. 1.

5. R. VAN CLEEMPOEL (1996).

6. WHO, (1983), art. 50, 61 en 65.

Na de uitroeiing door vaccinatie van de pokken blijven dus gele koorts, pest en cholera over als quarantaine ziekten. Maar de term quarantaine ziekten kan breder bepaald worden, namelijk tot iedere ziekte die kan leiden tot het instellen van quarantaine ; dit betekent het afzonderen van een individu of koopwaar verdacht op besmetting. Gezien de snelheid waarmee de mensen nu rondreizen kan dit leiden tot quarantaine maatregelen op wereldniveau op enkele uren tijd.

QUARANTAINES IN MARITIEM VERBAND

Bij het woord quarantaine denkt men steeds eerst aan het maritiem vervoer van personen of goederen. Gezien het hier administratief en medisch om zeer correcte afspraken moet gaan, is het van groot belang te weten wanneer de incubatie van een ziekte start.

Volgens de gezondheidsdienst van de havens en luchthavens geldt de volgende definitie (art. 23) : om te bepalen of een schip binnen de incubatietijd van een quarantenabele ziekte een haven binnenloopt, wordt de dag van vertrek niet meegerekend. De dag volgend op de dag van vertrek geldt als de eerste dag.

Quarantaine instellen behoort tot de bevoegdheid van de gezondheidsinspectie van havens en luchthavens ; deze stuurt dan een bevoegde geneesheer ter plaatse om eventuele verdachte mensen of goederen te onderzoeken. Deze geneesheer dient rapport uit te brengen aan de bevoegde gezondheidsinspectie die op haar beurt snel tot een besluit dient te komen. Een schip de toegang weigeren om een haven binnen te lopen, aan te meren of te lossen kan zeer veel geld kosten aan de rederijen. Het principe om de gemeenschap te beschermen zal hier echter moeten doorwegen. De Belgische wetgeving aangaande de gezondheidsvoorschriften valt onder de bevoegdheid van de gezondheidsdienst van de havens, luchthavens en landgrenzen. Deze dienst hangt af van de Inspectie en Administratie van de Gezondheidshygiëne van het Ministerie van Volksgezondheid en Familie. De oorsprong van deze wetgeving gaat terug tot de gezondheidswetten van 18 juli 1831 en 1 september 1945 ; ze werden aangepast middels koninklijke besluiten op 29 oktober 1964 en 27 augustus 1970.⁷ Heel deze wetgeving is conform de besluiten van de WHO of OMS. De gezondheidsinspectie van een haven ⁸ wordt geleid door een geneesheer-inspecteur aangeduid door het Ministerie. Deze geneesheer-inspecteur, man of vrouw, heeft op zijn of haar beurt de leiding over gezondheidscommissarissen die de schepen controleren op gezondheidsproblemen ; bijvoorbeeld de strijd tegen de knaagdieren met het toekennen van een ontrattingscertificaat of de controle hierop qua geldigheid en duur ; een andere bevoegdheid is de controle op de internationale gele vaccinatieboekjes, vroeger vooral op de geldigheid van de pokkenvaccinatie ; de

7. Belgisch Staatsblad van 18 december 1964 en van 26 september 1970 met de Koninklijke besluiten van 29 oktober en 27 augustus 1970.

8. Gezondheidsdienst Haven Antwerpen, Saniport, pp. 2-4.

gezondheidscommissaris was vroeger bevoegd om de pokken toe te dienen aan boord ; de geldigheid van de pokkenvaccinatie was internationaal erkend voor een periode van drie jaar. In endemische gebieden van gele koorts zien zij vooral toe op de geldigheid en de duur van de gele koortsvaccinatie.

MARITIME DECLARATION OF HEALTH (MDH)

Bij het naderen van een haven zal een kapitein van een schip de vrije doorvaart vragen. Om deze vrije doorvaart te krijgen dient hij een gezondheidsattest (Maritime Declaration of Health) in te vullen over de gezondheid van alle opvarenden op zijn schip, vooral na een internationale reis. Hijzelf, of zijn scheepsarts, dient dit attest af te geven aan de zeeloods of rivierloods. Deze overhandigt rechtstreeks of langs telecommunicatie dit rapport aan de lokale gezondheidsinspecteur ; voor Antwerpen bijvoorbeeld SANIPORT ANTWERP. De loods zal ervoor zorgen dat er vanaf het verzenden van het gezondheidscertificaat van het schip geen enkel fysisch contact meer bestaat tussen het schip en de wal tot de vrije doorvaart is verkregen. Op dit MDH attest mag geen enkel positief antwoord gegeven worden. Indien er een positief antwoord komt dient de gezondheidsinspectie van de desbetreffende haven na te gaan of quarantaine dient te worden ingesteld.

De wet voorziet verschillende situaties waarin de vrije doorvaart niet kan gegeven worden :

- 1) Positief antwoord op één van de vragen van de MDH. Indien dit zo is dient de kapitein ervoor te zorgen dat de gezondheidsdienst van de haven ten minste drie uren voor aankomst van zijn MDH op de hoogte is. Praktisch is dit geen probleem gezien de loods aan boord is voor de Belgische kust of op de Schelde.
- 2) Het schip komt van een land waar een quarantaine ziekte heerst ; land dat het schip heeft verlaten minder dan 2 weken zonder tussenstop in een haven zonder quarantaine ziekten waar eventueel een gezondheidscontrole had kunnen gebeuren. Hier kan wel een probleem rijzen voor de Belgische havens met schepen afkomstig van de westkust van Afrika met zijn endemische tropische ziekten : gele koorts, sporadisch ebola, malaria, tyfus enz. Deze schepen vertrekken dikwijls zonder tussenstop en komen rechtstreeks aan in Antwerpen, Gent of Zeebrugge.
- 3) De kapitein weigert de MDH in te vullen of te ondertekenen.
- 4) De hygiënische omstandigheden aan boord van een schip zijn zo slecht dat de gezondheidsautoriteiten ze als gevaarlijk beschouwen voor de volksgezondheid.

Als de kapitein positief antwoordt op één van de vragen van de MDH kan door de havenautoriteiten aan het schip een quarantaine worden opgelegd. Het schip dient op stroom te blijven liggen of zal in de haven ergens geïsoleerd

KINGDOM OF BELGIUM

FEDERAL MINISTRY OF SOCIAL AFFAIRES, PUBLIC HEALTH AND ENVIRONMENT

ANTWERP
PORT HEALTH AUTHORITY



Theaterbuilding
Italiëlei 124 B 70
2000 ANTWERPEN

☎ 03/213.80.20
📠 03/213.80.21

MARITIME DECLARATION OF HEALTH

Port of:	From:	Derat.Cert.:
Name of Vessel:	To:	Issued at:
Nationality:	N.R.T.:	Dated:
Master's Name:		Number of Passengers:
Name of Owners:		Number of Crew:

(List of ports of call from commencement of voyages with dates of departure :

PORT	DATE	PORT	DATE

HEALTH QUESTIONS

	Answer Yes / No
1.Has there been on board during the voyage (*) any case or suspected case of plague, cholera or yellow fever? Give particulars in the Schedule.	
2.Has plague occurred or been suspected among the rats or mice on board during the voyage (*), or has there been an abnormal mortality among them?	
3.Has any person died on board during the voyage (*) otherwise than as a result of accident? Give particulars in the Schedule	
4.Is there on board or has there been during the voyage (*) any case of disease which you suspect to be of an infectious nature? Give particulars in the Schedule	
5. Is there any sick person on board now? Give particulars in Schedule <small>Note : In the absence of a surgeon, the Master should regard the following symptoms as ground for suspecting the existence of disease of an infectious nature : fever accompanied by prostration or persisting for several days, or attended with glandular swelling; or any acute skin rash or eruption with or without fever; severe diarrhoea with symptoms of collapse; jaundice accompanied by fever.</small>	
6.Are you aware of any other condition on board which may lead to infection or the spread of disease?	

I hereby declare that the particulars and answers to the questions given in this Declaration of Health (including the Schedule) are true and correct to the best of my knowledge and belief.

Signed.....
Master

Countersigned.....
Ship's Surgeon

Date :

* If more than four weeks have elapsed since the voyage began , it will suffice to give particulars for the last four weeks.

moeten afmeren onder controle van de autoriteiten en voor een duur bepaald door de gezondheidsinspectie. Deze staat in radioverbinding met het schip en kan de gepaste maatregelen nemen na overleg met deskundigen van het Tropische Instituut te Antwerpen en de havenarts van het agentschap dat instaat voor het wel en wee van een schip in de haven.

De gepaste medische zorgen aan een zieke in quarantaine dient men toe onder toezicht van :

- hoofd geneeskundige inspectie.
- een geneesheer aangesteld door het Ministerie van Volksgezondheid.
- een geneesheer van het ziekenhuis waar patiënt in quarantaine verblijft.
- een geneesheer gekozen door de familie van de patiënt of door de agent die de zeeman vertegenwoordigt of aangeduid door de burgemeester van de gemeente of stad waar de quarantaine is ingesteld.

Deze quarantaine commissie bepaalt alle nodige maatregelen in verband met de tijdsduur van de quarantaine van de zieke en de maatregelen voor schip en lading.

ONTRATTINGSCERTIFICAAT

Ratten en schepen hebben reeds lang een slechte naam in verband met de scheepvaart ; door hun vlooien zijn zij de vectoren voor de pest. Tevens zijn hun uitwerpselen gevaarlijk voor het overbrengen van infectieziekten. Door hun vraatzucht en hun fertiliteit kunnen zij grote schade toebrengen aan de voedselvoorraad of aan een lading bestaande uit voedsel, bijvoorbeeld graan ; de strijd tegen de ratten dient dan ook voortgezet te worden met controle op hun aantal en vooral trachten de toegang tot het schip te verhinderen door rattenschilden op de meertouwen aan te brengen en een wacht bij de gangway te plaatsen in havens waar pest endemisch is.⁹

De International Health Regulations vereisen van alle schepen die internationaal varen een geldig ontrattingscertificaat, dit dient steeds aan boord en niet ouder dan zes maand te zijn. Een schip kan echter vrijgesteld zijn als het geen eetwaren vervoert die knaagdieren zoals ratten en muizen aantrekken. Tankers zijn bijvoorbeeld vrijgesteld van ontrattingscertificaten. Deze ontrattingscertificaten worden afgeleverd door de gezondheidsdiensten van de haven en blijven zes maanden geldig. Dit kan met één maand verlengd worden als het schip terugkeert naar zijn thuishaven of naar een haven waar na volledig lossen van de lading het ruim kan geïnspecteerd worden. De kapitein dient erop toe te zien dat het ontrattingscertificaat conform het internationaal aanvaarde formulier is en in het Engels werd opgesteld. Dit formulier behoort tot de belangrijkste scheepspapieren en dient zorgvuldig door de kapitein bewaard te worden. Het

9. LUBSEN en JULSING (1977), p. 42.

Ministerie van Sociale Zaken, Volksgezondheid en Leefmilieu
Gezondheidsdienst der Havens

ROYAUME DE BELGIQUE
MINISTÈRE DES AFFAIRES SOCIALES,
DE LA SANTÉ PUBLIQUE
ET DE L'ENVIRONNEMENT
Service Sanitaire des Ports



KINGDOM OF BELGIUM
MINISTRY OF SOCIAL AFFAIRS,
PUBLIC HEALTH
AND ENVIRONMENT
Port Health Authority

* 29714

DERATTING CERTIFICATE (a)

DERATTING EXEMPTION CERTIFICATE (a)

issued in accordance with Article 52 of the International Sanitary Regulations

Not to be taken away by Port Authorities

Date 26th February 1997 PORT OF ANTWERPEN

THIS CERTIFICATE records the inspections and { ~~deratting~~
exemption } at this port and on the above date

of the { ship
inland navigation vessel } (a) « Zteera »

of 5522 { net tonnage for a sea-going vessel
tonnage for an inland navigation vessel. (a) (b) }

At the time of { inspection
deratting } the holds were laden with _____ tons of _____ cargo.

RECOMMENDATIONS MADE — In the case of exemption, state here the measures taken for maintaining the ship or inland navigation vessel in such a condition that the number of rats on board is negligible.

NO RODENT
INFESTATION FOUND
ON INSPECTION

Seal, name, qualification, and signature
of the inspector.



[Handwritten signature]

11 A

1) Strike out the unnecessary indications.

2) Specify whether applies to metric displacement or any other method of determining the tonnage.

voorkomt verdere maatregelen voor ontrating (vergassen) tenzij er een ongewone sterfte onder de ratten optreedt ; hierbij dient men dan direct aan pest te denken en de nodige preventieve maatregelen te nemen qua medicatie en rattenbestrijding.

DE MARITIEME VLAGGENTAAL IN VERBAND MET QUARANTAINES

Naast radio- en telecommunicatie heeft een schip het voordeel dat het met vlaggen een internationale taal kan spreken bij het naderen van een haven. Iedere letter van het alfabet heeft een bepaalde vlag met kleur of tekening, internationaal erkend en wereldwijd gebruikt.¹⁰

- Q – de gele vlag die klassiek de vrije doorvaart vraagt. Mijn schip is zonder ziekten en ik vraag de vrije doorvaart. I require health clearance.
- ZS – dezelfde betekenis.
- ZT – MDH – Maritime Declaration of Health – is negatief voor de 6 vragen.
- ZU – mijn MDH heeft een positief antwoord op één van de vragen.
ZU1 positief antwoord op vraag 1
ZU2 positief antwoord op vraag 2 enz.
- ZV – ik geloof dat mijn schip in geïnfecteerd gebied was de laatste 30 dagen.
- ZW – ik vraag iemand van de gezondheidsdienst aan boord.
- ZX – U moet het aftgesproken signaal laten zien.
- ZY – U hebt vrije doorvaart.
- ZZ – U moet voor anker gaan op de afgesproken plaats om de vrije doorvaart te verkrijgen.
- AL – ik heb een dokter aan boord.
- AM – hebt U een dokter aan boord ?

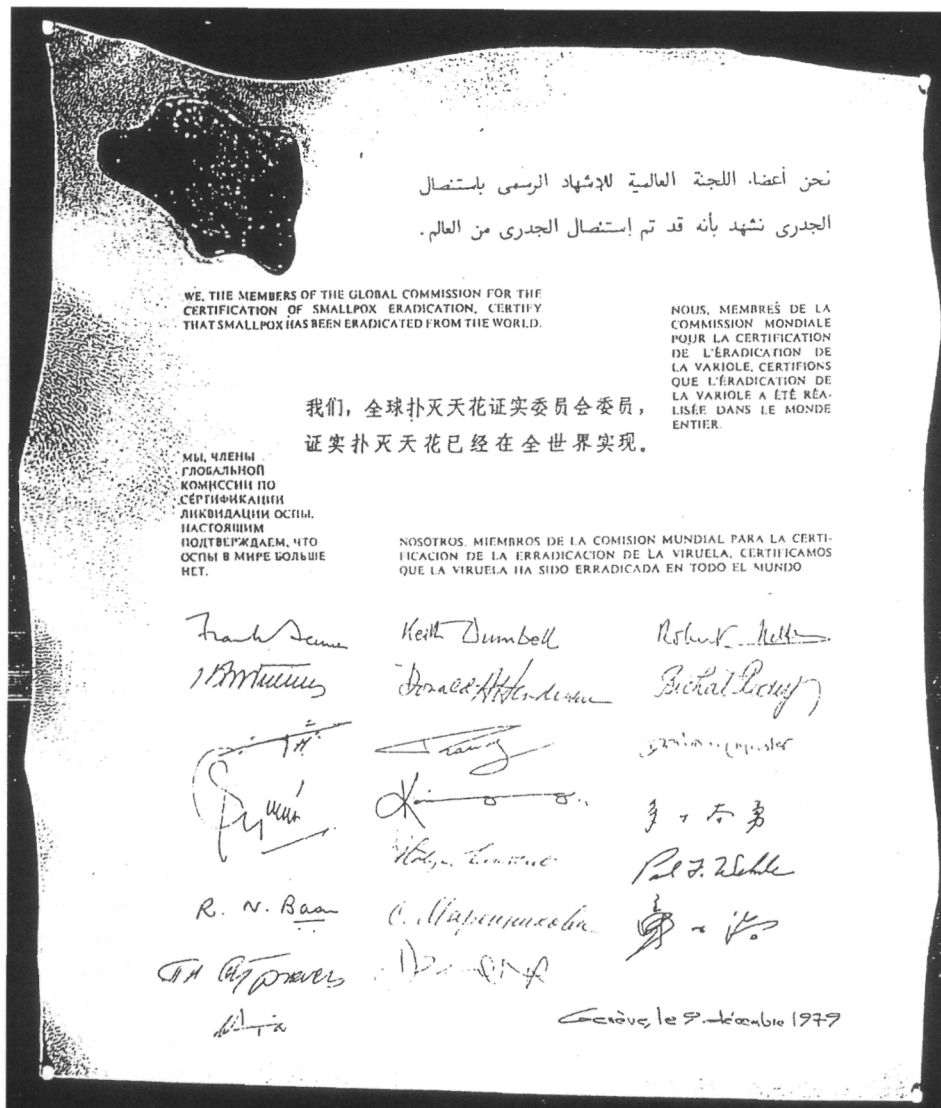
Tijdens de nacht dient men twee lichten boven elkaar te plaatsen. Het bovenste licht rood, het onderste wit. Deze lichten dienen maximum twee meter uit elkaar te staan en dienen over gans de horizon zichtbaar te zijn.

HET INTERNATIONALE VACCINATIECERTIFICAAT : HET GELE BOEKJE

Dit boekje wordt uitgereikt door de geneesheer vaccinator en is conform de eisen van de WHO. Vele landen hebben een eigen model en indeling maar zijn steeds opgesteld volgens de richtlijnen van de WHO.

- de taal is Engels of Frans, soms ook de taal van het land van uitreiking, bijvoorbeeld Chinees of Japans, Hindi enz.
- in het midden een bladzijde apart voor de gele koorts. Dit is een officiële vaccinatie die streng wordt gecontroleerd en enkel wordt gegeven in door ieder land erkende centra. De datum dient uitdrukkelijk vermeld te zijn, naast de handtekening en stempel van de geneesheer-vaccinator ; verder

¹⁰ International Code of Signals (1969).



Herkomst : 'Smallpox and its Eradication' (WHO, 1988)

in een apart vakje de oorsprong van het vaccin met de nummer van het lot dat ingespoten wordt, en tenslotte de stempel van de gezondheidsdienst van het land, in België Saniport, om te bevestigen dat de procedure volgens de regels is gebeurd. De gele koortsvaccinatie wordt vooral gecontroleerd bij zeelieden en reizigers in endemisch gele koortsgebied of indien ze uit een endemisch gele koortsgebied reizen naar Azië waar nog steeds het gevaar bestaat dat deze zich daar ook zou kunnen verspreiden gezien de vector *Aedes Aegyptii* aanwezig is.

- Nadien volgen enkele bladzijden waar andere niet verplichte vaccinaties kunnen in opgetekend worden ; steeds met datum, naam, stempel en handtekening van de geneesheer vaccinator. Hierna hoeft niet de stempel Saniport Gezondheidsdienst te komen. In principe kunnen alle vaccinaties hier vermeld worden, maar voor de zeeman zijn het meestal de volgende vaccinaties : tetanos, difterie, polyomyelitis, typhus, hepatitis A en B, eventueel Japanse B encephalitis, mencevax of cholera (al of niet afgestempeld). Ieder van deze vaccinaties heeft een bepaalde geldigheidsduur en dient dan ook regelmatig hernieuwd te worden.

Dit boekje is strikt individueel en dient duidelijk de naam van de titularis te vertonen. Indien een zeeman of reiziger wegens gezondheidsredenen geen vaccinatie voor een bepaalde ziekte mag krijgen wegens nevenwerkingen, dient dit attest door de behandelende geneesheer van de patiënt in het Engels opgesteld te worden en bij het gele boekje gevoegd. In de praktijk is de enige verplichte vaccinatie de gele koorts. De vraag stelt zich dan natuurlijk : wie contra indicaties vertoont tegen vaccinatie met gele koorts vaccin (levend vaccin), mag deze persoon zich wel in endemisch gebied wagen zonder gevaar gele koorts te krijgen ? Zwangere vrouwen en kinderen beneden de leeftijd van één jaar oud dienen best niet gevaccineerd te worden.

Wanneer een schip in een (sub)tropische haven aankomt wordt de bemanning door de lokale gezondheidsambtenaren grondig gecontroleerd op de data vermeld in de vaccinatieboekjes ; nu nog alleen voor de gele koorts (om de 10 jaar), vroeger ook voor pokken en cholera.. Alhoewel de WHO de verplichting van de cholera vaccinatie heeft afgeschaft wordt in zeer vele havens door de lokale gezondheidsdiensten nog de choleravaccinatie geëist. Indien de datum vervallen is, hangt boven het schip de dreiging van quarantaine voor deze ziekte met alle nadelige gevolgen voor het schip : allerlei boetes, wachten met lossen en laden enz. Gezien de context van de (sub)tropische havensfeer komt men uiteindelijk tot een minnelijke schikking met de ambtenaren die zich vertaalt in sigaretten alcohol en dollars. Alle kapiteins zijn als de dood dat hun vaccinatie-datums voor gele koorts en cholera niet in orde zouden zijn, precies om deze praktijken te vermijden. Evenwel vinden deze locale gezondheids – of andere ambtenaren altijd wel iets, zodat ze toch van boord gaan met hetgeen ze eigenlijk wilden, dit om hun meestal karig loon te spijzen. Soms loopt degene van wie de datum niet in orde is het risico dat hij in een lokaal medisch centrum een vaccinatiespuitje dient te ondergaan met het gevaar voor overdracht van hepatitis B of aids indien de naald besmet is.

DE GESCHIEDENIS VAN DE QUARANTAINESIEKTEN

Welke zijn nu de ziekten die gedurende eeuwen individuen, steden en landen in quarantaine hebben doen belanden met al de verstreckende gevolgen

als gevolg ? We beschrijven hier enkel de klassieke quarantaine ziekten – de pestilente ziekten – namelijk de pokken, de pest, gele koorts en cholera.

Deze ziekten, die voor ons historisch of zelfs anekdotisch overkomen, tasten wel de gezondheid aan van tientallen miljoenen mensen in de tropen en dienen nauwkeurig opgevolgd te worden met vaccinaties en maatregelen, zoals quarantaine door de WHO ingesteld, om zware epidemieën te voorkomen. Deze ziekten hebben door hun snelle uitbreiding en epidemisch karakter het voortbestaan van grote delen van de mensheid bedreigd.

DE POKKEN VARIOLA MAIOR SMALL POX COWPOX

Deze ziekte die wereldwijd verspreid is geweest, is na de Tweede Wereldoorlog intensief en met succes door de WHO bestreden. Dankzij een wereldwijde vaccinatiecampagne is de wereld vrij verklaard van pokken sinds 1980. Dit is twee eeuwen na de eerste geslaagde vaccinatie tegen pokken. Vanaf de geboorte werd ieder kind verplicht gevaccineerd tegen pokken. Door een krasje in de huid werd afgezwakt pokkenvirus in dat kleine wondje gebracht en zo kon het lichaam antistoffen aanmaken. Er waren enkele contra indicaties om niet te vaccineren bijvoorbeeld eczema. Een geneesheer diende een attest op te stellen voor de gezondheidsinspectie waarom een bepaald kind niet mocht gevaccineerd worden. België schortte de vaccinatieverplichting op bij koninklijk besluit van 29 mei 1980. Dit voor een proefperiode van vijf jaar welke automatisch verlengd wordt. De verplichte vaccinatie in het leger werd slechts opgeheven in 1983. Het laatste land in Europa dat de pokkenvaccinatie ophief was Albanië. Het laatste geval van endemische pokken was waarschijnlijk een Ethiopische boer. De pokkenkaravanen van de WHO trokken door Afrika met landrovers, stopten bij ieder dorp en vaccineerden iedereen met een dermojet ; langs luchtdruk werd pokkenvirus tot in de huid gebracht. Zo kon men vele duizenden vaccinaties per dag verrichten.

Geschiedenis

Middellandse Zee

De sporen van de pokken in de geschiedenis zijn niet altijd eenvoudig te achterhalen. Vele huidletsels lijken op pokken, bijvoorbeeld windpokken, en zijn nadien als pokken geïnterpreteerd. Dit is o.a. het geval bij opgegraven mummies. Door de mummificatie met natron of ook het effect van heet zand bij armere Egyptenaren, waar de deshydratatie zeer snel verliep door het opnemen van het lichaamsvocht, krijgen we toch een goed bewaarde huid, donkerbruin verkleurd. De paleontologen hebben zo een aantal doodsoorzaken kunnen vaststellen. Door Ruffer en Ferguson werden in het begin van de twintigste eeuw bij twee mummies – één uit de 18de dynastie (1580-1350 vóór Christus) en de tweede uit de 20ste dynastie (1200-1100 vóór Christus) huidletsels vastgesteld

gelijkend op pokken of pokkenletsels. Hopkins bestudeerde in 1979 de mummie van Ramses V die stierf in 1157 vóór Christus en volgens zijn beweringen waren hier letsels merkbaar met sterke indicaties dat het om pokken ging.¹¹ De huidletsels van pokken kunnen echter goed op die van varicella gelijken (windpokken variola minor) mazelen of staphylococci abcessen met littekens of zelfs op syphilis letsels (niet voor de 15de eeuw) ; in Frankrijk noemde men „la petite vérole” de pokken en „la grande vérole” syphilis ; dus beweren dat deze mummies pokkenlittekens vertonen valt niet altijd te bewijzen en werd dan ook door andere paleontologen in twijfel getrokken ; vooral ook omdat nergens in de oude geschriften van de Bijbel, hippocratische of Latijnse teksten van enige ziekte gelijkend op de pokken wordt melding gemaakt.¹²

Het is pas in de 6de eeuw dat we de pokken in Europa zien verschijnen. De moslimlegers die in volle geloofsijver en territoriale expansiedrang het Westen veroverden, brachten ook de pokken met zich mee. Dit houdt in dat Arabische geneesheren de pokken als ziekte kenden en we lezen dat in 950 een Perzische arts Rhazes¹³ een tractaat schreef over de pokken ; één van de aanbevelingen was eenvoudig : namelijk de zieke in open lucht leggen en vele koude baden geven. De natuurkundige Le Condomine verhaalt dat men in Constantinopel reeds in de 10de eeuw inoculaties verrichtte om pokken te voorkomen. De rijke Turken lieten hun mooie vrouwen in de harems inenten om zo hun belangrijke investeringen te beschermen. Men heeft lang gedacht dat de Chinese artsen het monopolie hadden van deze ontdekking. In de middeleeuwen lezen we bij Gregorius van Tours in „Lues Valetudinaria” een beschrijving van een epidemie gelijkend op pokken die Frankrijk trof in 582. Daar de bevolking toen nog zeer verspreid, leefde heeft de epidemie geen grote omvang gekend. Het feit dat vooral de moslimlanden rond de Middellandse Zee werden getroffen heeft er misschien toe bijgedragen dat de opmars van hun legers werd gestuit. De haarden van pokken die vanuit het Verre Oosten langzaam ontstonden in het Midden-Oosten en de Kaukasus werden zeker mee verspreid tot in onze gewesten door de Kruistochten. De pokken waren een echte gesel in het oude Europa in de 17de, 18de en 19de eeuw. Ook het toenemend handelsverkeer bracht de pokken tot in onze streken. De ziekte brak regelmatig uit met tussenpozen van vijf jaar. Enkele bronnen vermelden dat 8 tot 10% stierf aan de pokken in Europa in de 18de eeuw. Niet iedereen die de pokken opliep stierf aan de ziekte zelf ; wel waren er dikwijls blijvende letsels zoals blindheid, doofheid of cerebrale letsels. Tevens waren er de littekens op de huid die velen vooral in het aangezicht voor het leven verminkt hebben.

Opvallend is dat de ziekte niemand spaarde ; ook de welstellende goed gevoede rijken werden aangetast, terwijl bij cholera vooral de armere bevolking

11. CORNIL (1995), p. 7.

12. JANSSENS, KIVITS en VUYLSTEKE (1992), p. 1227.

13. STÜTTGEN en PARISH (1990), p. 598.

werd besmet omdat ze nu éénmaal opeengepakt leefden in weinig hygiënische stadswijken. Enkele beroemde slachtoffers van de pokken zijn : Elisabeth I van Engeland, Mary de vrouw van Willem II van Oranje en Lodewijk XV (gestorven op 10 mei 1774).

Afrikaans continent

Met de invasie van de Arabische legers vanuit het Midden-Oosten geraakte de ziekte verspreid in heel Noordoost-Afrika. Langs de Oostkust is er altijd een levendige handel geweest met de Arabische wereld, van Mombasa (Kenia) tot in Zanzibar. De Arabieren gingen tot ver in het binnenland om handel te drijven in ivoor en slaven. Dit gebeurde met echte karavanen. Langs deze wegen ontwikkelden zich de pokkenhaarden.¹⁴ Daar deze streken niet dichtbevolkt waren en vele stammen als nomaden leefden bleven deze epidemieën dikwijls beperkt. De vele ontdekkings- en handelsreizen van Portugezen, Nederlanders, Engelsen en Fransen werkten mee de verspreiding in de hand. Het bekendste feit in dit verband is een epidemie van pokken rond 1713 na de terugkeer van een VOC-schip uit Indië. De zeelieden zaten dikwijls opeengepakt, ondervoed en lijdend aan scorbuut (tekort aan vitamine C) en malaria en vielen zo gemakkelijk ten prooi aan allerlei infectieziekten. Deze schepen kwamen uit Indonesië, Indië, China en Sri Lanka (Ceylon) en brachten zo naast handelswaar ook allerlei ziekten mee. Bij een tussenlanding in Kaapstad bracht zulk VOC-schip pokken mee en veroorzaakte een epidemie bij de lokale bevolking, de KhoiKhoi ; de besmetting werd tot driemaal toe overgebracht waardoor deze autochtone bevolking bijna ophield te bestaan. Bij de andere lokale stammen vielen er duizenden doden, bij de bemanning 160.¹⁵ Bij de terugreis naar patria was de bemanning dikwijls teruggevallen tot 1/3 van het oorspronkelijk contingent door de vele ziekten zoals malaria en de pokken.

Het Verre Oosten

Waarschijnlijk waren de pokken reeds endemisch aanwezig 1000 jaar voor Christus in de vallei van de Indus en in China. Voor China vinden we de bewijzen in de geschriften van de dynastie Tcheau. In 325 krijgen we voor de eerste maal een beschrijving van de pokken door een wetenschapsman Ko Hong die verscheidene medische traktaten schreef.¹⁶ Pokken veroorzaakten vele epidemieën in China met als gevolg dat de geneesheren van toen naar allerlei middelen zochten om de bevolking te beschermen. De techniek van een soort vaccinatie werd beschreven in de 11de eeuw ; men bracht de korsten van pokkenlittekens in de neusholten van gezonde mensen en trachtte hen zo te beschermen

14. JANSSENS, KIVITS en VUYLSTEKE (1992), p. 1228.

15. LEUFTINK (1991), p. 43.

16. LOODTS (1977).

door hen actief antistoffen te laten aanmaken tegen de pokken. Men legde toen ook het verband tussen de pokken als ziekte onder de mensen en de cowpox, de pokkenletsels bij de koeien. Men gebruikte ook dode koeienvlooien van met cowpox besmette koeien die men toediende aan gezonde personen, in de hoop dat zij ook actief antistoffen tegen pokken zouden aanmaken. In Europa duurde het tot de 17de eeuw vooraleer men dit soort inenting – prevaccinatie eigenlijk – zou uitproberen.

In Indië bestond er een godin specifiek voor de pokken : Shitola Mata of Sitala, uitvoerig beschreven in de Vedische geschriften Vagbhata. Deze godin was gezeten op een ezel en droeg op haar hoofd een mand met graan. Als ze haar hoofd schudde verspreidde ze zo de pokken rond haar onder de bevolking. Er zijn vele beschrijvingen geweest van pokkenepidemieën in Indië tot we in 1767 een gedetailleerde beschrijving kregen van de Engelsman Howell over de pokken in Bengalen. Hij beschreef ook een zeer erge pokkenepidemie tussen 1776 en 1779. Tot in de 19de eeuw zien we dat in Indië één van de voornaamste doodsoorzaken de pokken waren, vooral in de hand gewerkt door de promiscuïteit in de steden. Andere oorzaken waren de overbevolking, armoede op het platteland, de vele verplaatsingen voor de religieuze feesten, hongersnoden en oorlogen. In 1802 begon Jean de Carro, een Zwitserse arts, leerling van Jenner, een vaccinatiecampaïne in Indië. Het duurde echter tot 1950 vooraleer in Indië over gans het grondgebied de vaccinatie tegen pokken als verplichte vaccinatie werd opgelegd aan de bevolking. Het Indisch subcontinent bleef tot in de jaren zeventig de voornaamste haard van endemische pokken.

In het begin van onze jaartelling lezen we bij bepaalde geschiedschrijvers over een opflakking van pokken in China, die endemisch wordt vanaf 50. De oorzaak hiervan zou de inval van de Hunnen zijn geweest. Ook in China was er een godin van de pokken : Tou Shen Niang Niang, met tempels verspreid over heel China en Japan. Rond 550 lezen we dat in Japan gelijktijdig met het boeddhisme ook de pokken werden binnengebracht ; wat de verbijsterde Japaners deed vermoeden dat de pokken een ziekte was die aan Boeddha moest worden toegeschreven. In 980 lezen we de eerste beschrijvingen over pokken in Japan. Een zeer speciale behandeling vond ingang in die tijd : men omhulde de zieke met rode stoffen om zo de zonnestralen van hem weg te houden. In Birma Myanmar lezen we over de eerste epidemieën in de 14de eeuw. Vooral het binnenland werd geteisterd. In 1950 waren er zeer grote epidemieën in Rangoon. In 1958 is er nog een epidemie met meer dan duizend doden. Na een doorgevoerde vaccinatiecampaïne is er evenwel geen enkel sterfgeval meer te betreuren na 1965.

In Thailand treffen we de beschrijving aan van de eerste gevallen van pokken vanaf de 16de eeuw. Na wisselende epidemieën stellen we in de 19de eeuw een grote sterfte aan pokken vast onder de kinderen. In 1912 lezen we over een beschrijving van 2368 doden op een bevolking van 600.000 inwoners. Dit

had tot gevolg dat de vaccinatie verplicht werd in 1914. Nochtans waren er nog nieuwe epidemieën in 1945-1946. Door de oorlogsjaren waren er minder goede vaccinatiemogelijkheden er waren toen 62.000 gevallen van pokken waarvan 15.000 met dodelijke afloop. Na nog een epidemie in 1959 en een strikte vaccinatiecampagne waren de pokken definitief onder controle vanaf 1962.

Op de Indonesische eilanden verschenen de eerste pokkenepidemieën in de 16de eeuw, waarschijnlijk binnengebracht door de Portugezen en de Nederlanders. De ziekte werd endemisch op de grote eilanden met erge epidemieën op Sumatra, Sarawak en Borneo tussen 1780 en 1783. In Batavia (Djakarta) werd eind 19de eeuw een vaccinatiecentrum opgericht nadat men reeds in 1816 op Java was begonnen met een vaccinatiecampagne.

Op de Filippijnen verschenen de pokken vanaf de 16de eeuw, waarschijnlijk ook overgebracht door Portugese of Nederlandse handelsschepen vanuit Mexico. Een Amerikaanse vaccinatiecampagne had zeer goede resultaten, maar na de overdracht in 1916 van bepaalde bevoegdheden – o.a. gezondheid – van de Amerikaanse naar de Filippijnse overheden zien we in 1918 en 1919 een zeer erge epidemie optreden met meer dan 64.000 doden. Nadien volgt er een strikte vaccinatiecampagne met nog enkele sporadische gevallen. Na 1949 blijken de pokken op de Filippijnen uitgeroeid te zijn.

Op het schiereiland Maleisië lezen we over de eerste gevallen van pokken in 1805. In 1946 is er nog een epidemie met 3364 doden en in 1947 met 4500 doden. Tussen 1805 en 1946 zijn er geen bronnen beschikbaar over epidemieën. Na intensieve vaccinatiecampagnes werden na 1949 geen pokken meer gemeld in Maleisië.

Singapore vestigde zijn statuut als vrijhandelshaven in het begin van de 19de eeuw. Daardoor ontstond een zeer intensief handelsverkeer met China, Indië en de vele eilanden van Indonesië en de Filippijnen. De vrijhandelshaven kwam voor de eerste maal met de pokken in aanraking in 1819. Tussen 1838 en 1911 waren er verschillende epidemieën, maar door de weinig talrijke bevolking zijn de pokken nooit endemisch geworden in Singapore.

De grote eilanden, Australië en Nieuw-Zeeland die pas laat werden ontdekt en ook buiten het handelsverkeer met het Verre Oosten lagen, hebben hun pokkenepidemieën enkel te wijten aan de landing van misdadigers en kolonisten uit het oude Engeland. Dit onderlijnt nog eens de rol van het maritiem verkeer in de verspreiding van de besmettelijke ziekten over de hele wereld. In 1788 werden er 1500 personen ontscheept op Australië en één jaar later lezen we over de eerste pokkendoden onder de aboriginals dichtbij Sidney. De aboriginals werden fel uitgedund door opeenvolgende epidemieën tussen 1861 en 1869. In Melbourne brak er een epidemie uit nadat een schip in 1857 mensen had ontscheept die rechtstreeks uit Engeland kwamen. Nog zes andere epidemieën braken uit na de ontscheeping van mensen uit Europa. Op Nieuw-Zeeland noteert men hetzelfde verschijnsel. Telkens als mensen ontscheepten uit Europa braken

er pokken uit, en dit voor de eerste maal in 1872. Doordat het eiland zo dunbevolkt was, zijn de pokken nooit endemisch geworden in Nieuw Zeeland.

Amerika

Na de ontdekkingsstochten van Columbus stellen we voor de eerste maal de pokken vast op de Caraïben in 1507. Het volledige continent werd besmet vanaf 1520 vanuit Mexico. De autochtone bevolking van het noorden en het zuiden werd door de pokken zo uitgedund dat dit de verovering van de grote rijken van de Incas en de Azteken door de Spanjaarden zeker in de hand heeft gewerkt. Vanaf de 17de en de 18de eeuw zien we grote epidemieën in Noord-Amerika. Uitgebreide vaccinatiecampagnes met isolatie en quarantainetechnieken voor iedereen die niet gevaccineerd was, hadden zeer snel een volledige eradicatie van de pokken tot gevolg op dit continent.

Europa

Na de algemene verspreiding van de vaccinatietechnieken van Jenner op het eind 18de eeuw, is er een zeer snelle teruggang van de ziekte in Europa. De pokken bleven echter endemisch tot het einde van de 19de eeuw. Vooral in Engeland zijn er tot het einde van de Tweede Wereldoorlog tienduizenden zieken met pokken. In Frankrijk hebben we nog een epidemie in Bretagne met een honderdtal zieken met uiteindelijk twintig doden. De laatste grote epidemie in Europa woedde in Joegoslavië. In 1972 kwam een moslim terug uit Mekka met pokken, met als gevolg dat hij enkele honderden mensen heeft besmet.

Pokkeninenting variolisatie vaccinatie

Variolisatie

Doorheen heel de geschiedenis van de pokken, zien we dat alle gemeenschappen die met verbijstering hun doden telden na de hevige epidemieën, geprobeerd hebben om zich te beschermen, zelfs vanaf de Oudheid. Men stelde duidelijk vast dat diegenen die een aanval van pokken overleefden de ziekte bij een volgende epidemie niet meer opdeden. Ook had men ontdekt dat het inbrengen van vocht van de pokkenblaasjes bij middel van krasjes op de arm ofwel de gedroogde korsten van de genezende pokkenletsels in de neus, de geïnoculeerde een ziekteverschijnsel gaf gelijkend op de pokken maar veel minder hevig en met een langdurige immuniteit.

Vanaf het jaar 1000 lezen we dat de Chinese artsen de korsten van de pokken tot poeder vermaalden en in de neusgaten van hun patiënten bliezen.¹⁷ Dezelfde techniek (inoculatie op de arm en in de neus blazen) vinden we niet

17. CORNIL (1995).

alleen terug in de Chinese literatuur maar ook in de Indische Vedas. Vanuit deze landen verspreidde de techniek zich tot in Nepal, Afghanistan, Pakistan, Iran en Turkije waar het algemeen toegepast werd. Ook in Europa kende men deze techniek, helaas enkel in gebruik op het platteland ; sporen van deze methoden om in te enten vindt men terug in Denemarken, Engeland en Frankrijk. Twee Griekse artsen, Giacomo Pylarini en Timoni, bestudeerden deze inoculatie-technieken en brachten het fijne poeder van de korsten in contact met het lichaam langs een kleine inkerving in de huid. Hun werk werd voorgesteld aan Woodward John, een arts te Londen. Hij beschreef hun studies in de „Philosophical Transactions” in 1714. Hun methode werd vanaf deze datum officieel erkend onder de naam variolisatie. De variolisatie werd echter meestal alleen toegepast op het platteland. Het was een Engelse dame, Lady Wortley Montagu, echtgenote van de Engelse ambassadeur in Constantinopel, die zag hoe de mooie harem vrouwen werden beschermd tegen de pokken door de variolisatietechniek. Op dat ogenblik – 1721 – woedde er in Londen een erge pokkenepidemie met 3000 doden. Als reactie hierop liet zij haar vijfjarig zoontje inenten. Bij haar terugkeer aan het Engelse hof slaagde zij erin het hof voor deze methode te interesseren. De belangstelling van de Engelse artsen was gewekt, en ze begonnen experimenten uit te voeren op terdoodveroordeelden met belofte van strafvermindering. De methode kende een groot succes doorheen gans Europa. De geïnoculeerden personen maakten een minder erge vorm van de pokkenziekte door met slechts een mortaliteit van 2 à 3%. Het probleem van de besmetting bleef echter aanwezig en mensen uit de omgeving die niet geïnoculeerd werden konden de pokken wel krijgen in ergere vorm en met grotere mortaliteit.

Stilaan verspreidde de methode zich over heel Europa en Noord-Amerika en redde zo vele mensenlevens. De inenting langs variolisatie was verre van perfect en men stelde toch vast dat er nieuwe epidemieën uitbraken via de geïnoculeerde personen ; waarschijnlijk omdat de inenting gebeurde met niet verzwakt pokkenvirus. In 1768 bepaalde een wet in de Oostenrijkse Nederlanden dat de inoculatie langs variolisatie op een grote afstand van de dorpen of stadsmuren diende te gebeuren. In de 19de eeuw werd de variolisatie in alle geciviliseerde landen verboden, maar bleef verder tot de gangbare praktijk behoren in Afrika. Men wist dat de kapiteins van slavenschepen hun zwarte gevangenen „varioliseerden” om ze te beschermen tegen pokken om zo hun kapitaal te bewaren. De praktijk van de variolisatie was zeker bekend op de Oostkust van Afrika waar de Arabieren hun slaven haalden. Men vermoedt dat het de Perzen waren die de techniek in Oost-Afrika brachten. Een Frans geneesheer beweerde in 1912 dat 20 % van de bevolking in Ethiopië een variolisatie onderging door het vocht uit de pokkenblaasjes te vermengen met boter en honig. Opmerkelijk is dat de Bantoes die de variolisatie kenden, bij hun uitzwermen naar het zuiden, niet werden uitgeroeid, terwijl dit wel de Hottentotten overkwam na een pokkenepidemie op Kaap de Goede Hoop binnengebracht door een VOC-schip uit

Indië. De inoculatietechniek voor de variolisatie werd door lokale geneesheren o.a. aangebracht mediofrontaal tussen de wenkbrauwen maar ook op armen, benen en deltoid spier op de schouder. Het feit dat de kennis van de variolisatie werd toegepast door de lokale genezers en algemeen erkend werd, heeft er zeker toe bijgedragen dat in Afrika de veralgemeende vaccinatie tegen de pokken zo massaal werd opgevolgd en tot succes heeft geleid.¹⁸

Vaccinatie

In 1798 loopt de pokkenepidemie op haar einde door een echte vaccinatie-techniek. Sinds 1774 stelde men vast dat wanneer een persoon ingeënt werd met het virus van cowpox, een ziekte bij rund of paard, deze persoon immuun werd voor de pokkenziekte. Een boer in Engeland, Benjamin Jesty, had dit opgemerkt en inoculeerde zijn vrouw en twee zonen met het virus van cowpox. Zij bleven gezond en ontwikkelden de pokkenziekte niet. Vijftien jaar later bracht Dr. Towbridge het pokkenvirus terug aan bij deze twee zonen van Jesty en men moest vaststellen dat zij niet de pokken kregen. Men besloot dat het vaccin van de cowpox hen had beschermd tegen het menselijk pokkenvirus. Het is Dr. Jenner die vanaf 1796 allerlei proeven deed en zijn vaccin de naam gaf „Variola Vaccinae”. Uiteindelijk publiceerde hij zijn boek „An Inquiry into the causes and effects of the Variola Vaccinae – a disease discovered in some of the western countries of England – particularly Gloucestershire – and known by the name of Cowpox.”

Vanaf 1840, na het verbod op de variolisatie, werd de koepokvaccinatie verplicht over gans Engeland. Vanaf 1874 in gans Duitsland, met een hervaccinatie op de leeftijd van 12 jaar. In de USA werd onder invloed van Prof. Waterhouse Benjamin van de Harvard Medical School een algemene vaccinatie uitgevaardigd vanaf 1802.

De vaccinatie, zoals ook de variolisatie, kende naast medestanders ook meer conservatieve tegenstanders. In spotschriften en wetteksten trachtten zij de algemene vaccinatie te verbieden. Uiteindelijk heeft het idee dat iedereen moest gevaccineerd worden het gehaald. Het is één van de mooiste overwinningen van de preventieve geneeskunde, temeer daar de veralgemeende vaccinatiecampaagne in alle landen tegelijk moest doorgaan dikwijls tegen locale onwil en op moeilijk begaanbaar terrein : rivieren, brousse, oerwoud.

Pokken einde van een ziekte of Bacteriële oorlog

In 1967 werd door de wereldgezondheidsorganisatie de beslissing genomen om de pokken uit te roeien. Een ziekte die ondanks massavaccinaties wereldwijd toen nog 10.000.000. mensen trof. Twee eeuwen na de eerste geslaagde pokken-

18. JANSSENS, KIVITS en VUYLSTEKE (1992), p. 1230.

vaccinatie en na toediening van 2.5 miljard dosissen pokkenvaccin met als kostprijs 313.000.000. dollar heeft de WHO zijn naam en faam verdiend door de pokken als ziekte voor de mensheid uit te roeien. Het programma van de WHO had 10 jaar, 9 maanden en 26 dagen geduurd vooraleer men de volledige uitroeiing van de pokken kon bereiken. Op 9 december 1979 werd de uitroeiing van de pokken bekendgemaakt in het Arabisch, het Frans, het Russisch, het Engels, het Chinees en het Spaans. In mei 1980 werd door de WHO te Genève met een officieel certificaat de wereld vrij verklaard van pokken. Het was de eerste ziekte die men door preventieve maatregelen zoals vaccinatie als uitgeroeid diende te beschouwen. De conclusie luidde als volgt : „ Nous, membres de la commission mondiale pour la certification de l' éradication de la variole, certifions que l' éradication de la variole a été réalisée dans le monde entier.”

Afrika was praktisch vrij van pokken vanaf 1970. De laatste patiënt met pokken in Zaïre werd in 1971 aangetroffen. In Ethiopië werd het laatste geval van pokken gemeld in 1976, in Somalië in 1977. Indonesië werd vrij verklaard van pokken in 1972, Indië in 1975 en in Bangla Desh werd het laatste geval van klassieke pokken vastgesteld in 1975.

Er werd besloten om voor alle veiligheid toch op twee plaatsen voorraden van het pokkenvirus te bewaren ; dit werd gedaan om toch over het virus te beschikken in geval van heropflakking van de ziekte of dreiging van bacteriële oorlog. De vraag was, of men twee centra voldoende kon beschermen tegen een aanval van chantage of terroristen ? Vooral na de aftakeling van het centrale systeem in het defensiebeleid van de USSR, vreesde men dat deze voorraden in de Oeral zouden „verdwijnen.” De twee plaatsen waren sinds 1990 : het Center of Disease Control in Atlanta (Georgia) in de USA en in Rusland het Centrum voor Virologie en Biotechnologie in Koltsovo (Oeral). Volgens ingewijden in medische en militaire inlichtingsdiensten zouden toch enkele landen in het geheim voorraden van pokkenvirus hebben aangelegd om terroristische aanslagen te plegen of om een bacteriële oorlog te beginnen. Gezien de wereldbevolking niet meer immuun is, zou dit inderdaad een wereldramp kunnen worden daar door de stopzetting van vaccinatie en revaccinatie de volgende generatie (25 jaar) niet meer beschermd is. Experten in de bacteriële oorlogsvoering beweren echter dat het pokkenvirus niet het gevaarlijkste is en dat de voorraden van chemische neurotoxische stoffen in sommige landen bijvoorbeeld Irak veel gevaarlijker zijn.

Om dit potentiële gevaar te ontlopen heeft de WHO beslist om bijna alle voorraden te vernietigen in juni 1999. Deze beslissing had voor- en tegenstanders. Uit angst dat wereldterrorisme of extreem fanatiek religieuze groepen of landen vele miljoenen mensenlevens zouden kunnen bedreigen en men dit niet met 100% zekerheid zou kunnen voorkomen, heeft men de beslissing doorgedrukt om bijna alle voorraden te vernietigen. Het motief om enkele voorraden te bewaren kwam vanuit wetenschappelijke hoek. Eiwitten van het

pokkenvirus interfereren met bepaalde kankercellen en interferon. Daarom zou het eventueel mogelijk zijn om met deze eiwitten een anti-kankertherapie te ontwikkelen. Een tweede interessant gegeven is dat de stammen van het pokkenvirus meer inzicht geven in andere potentiële gevaarlijke virussen zoals bijvoorbeeld orthopoxvirussen. Toch werd beslist alle voorraden te vernietigen uit angst voor een echte pandemie van pokken. Gelukkig werd toch beslist om DNA klonen van het pokkenvirus – die totaal onschadelijk zijn voor de mens – te bewaren voor toekomstig wetenschappelijk onderzoek in het biologisch patrimonium. Ook werd beslist door de WHO om 500.000 dosissen van het vaccin te bewaren alsook enkele partikels van het virus om vaccins terug te kunnen aanmaken. Dit virus dat men gebruikt voor de aanmaak van het vaccin is onschadelijk voor de mens. Zo houdt de WHO toch nog een stok achter de deur voor de toekomst. In mei 1999 werd door WHO beslist om tijdelijk een voorraad te bewaren van het pokkenvirus in bovenvermelde centra, voor verdere studie van de pokken. Tevens moest door experts verder onderzoek gedaan worden i.v.m. de vorm van nieuwe vaccinaties, voor het geval dat er toch een epidemie de kop zou opsteken. Een groep van specialisten moet zich bezighouden met het bepalen van de uiterste datum waarop alle pokkenvirus moet vernietigd worden ; ten laatste 2002.

Monkeypox Orthopox

Toch zal men steeds op zijn hoede moeten blijven voor andere pokkenstammen die virtueel op de loer liggen. Vroeg of laat is er een vector naar de mens toe en kunnen nieuwe epidemieën ontstaan zoals het gebeurd is met aids.

In de natuur zijn talrijke orthopoxvirussen aanwezig . Enkele onder hen hebben zeker een rol gespeeld bij minder virulente pokkenepidemieën o.a. alastrim. Het blijft nodig om enkele van de volgende stammen wetenschappelijk van zeer nabij te volgen.

Menselijke monkeypox – orthopoxvirus – een epizoötie onder apen, vooral onder apen in labo's en dierentuinen. Verschillende gevallen zijn overgedragen op mensen vooral bij niet gevaccineerde kinderen. De interhumane overdracht is tot nu toe niet bewezen of enkel zeer zwak. 76 gevallen zijn bekend in Afrika (Zaire) door directe contacten met besmette dieren : apen, eekhoortjes, knaagdieren ; bij 34 zou er een interhumaan contact als oorzaak te vermelden zijn. Al de menselijke patiënten van de monkeypox kwamen voor in het Centraal Evenaarsoord in Afrika, vooral in Zaire.

Whitepox : uit orthopoxvirus werd een pokkenvirus geïsoleerd bij gevangen dieren in Zaire tussen 1971 en 1978. Dit stelt het grote probleem van een onbekend reservoir van pokkenvirus onder bepaalde diersoorten. Het whitepoxvirus is niet te onderscheiden van het klassieke pokkenvirus en is misschien wel een variante van het monkeypoxvirus.

Tanapox is een ziekte met kort koortsverloop en enkele vesicels gelijkend op variola op het bovenste deel van de romp, hals en arm maar niet op de voorarmen, handen, benen of voeten zoals de echte klassieke pokken. Overdracht gebeurt waarschijnlijk langs arthropoden : teken of spinnen. Enkele gevallen werden gemeld in Kenia en Zaïre met als reservoir enkele apensoorten.¹⁹

Een goede bewaking vanuit wetenschappelijke hoek en goede registratie langs WHO centra blijft essentieel om deze ziekte – variola – ook in zijn minder klassieke vormen in dierenreservoirs in het oog te houden.

DE GELE KOORTS YELLOW FEVER

Deze ziekte, waarvan in de meeste talen de symptomen in de naam aangeduid zijn, is en blijft, terecht een quarantenabele ziekte. De benamingen gele koorts, fièvre jaune, Gelbfieber, yellow fever, fiebra amarilla, wijzen op geelzucht, dus een aantasting van de lever en hoge koorts. De andere benaming in het Portugees : Vomito Negro, betekent eigenlijk zwart braken. Dit is een maagbloeding met nadien uitbraken van verteerd bloed.

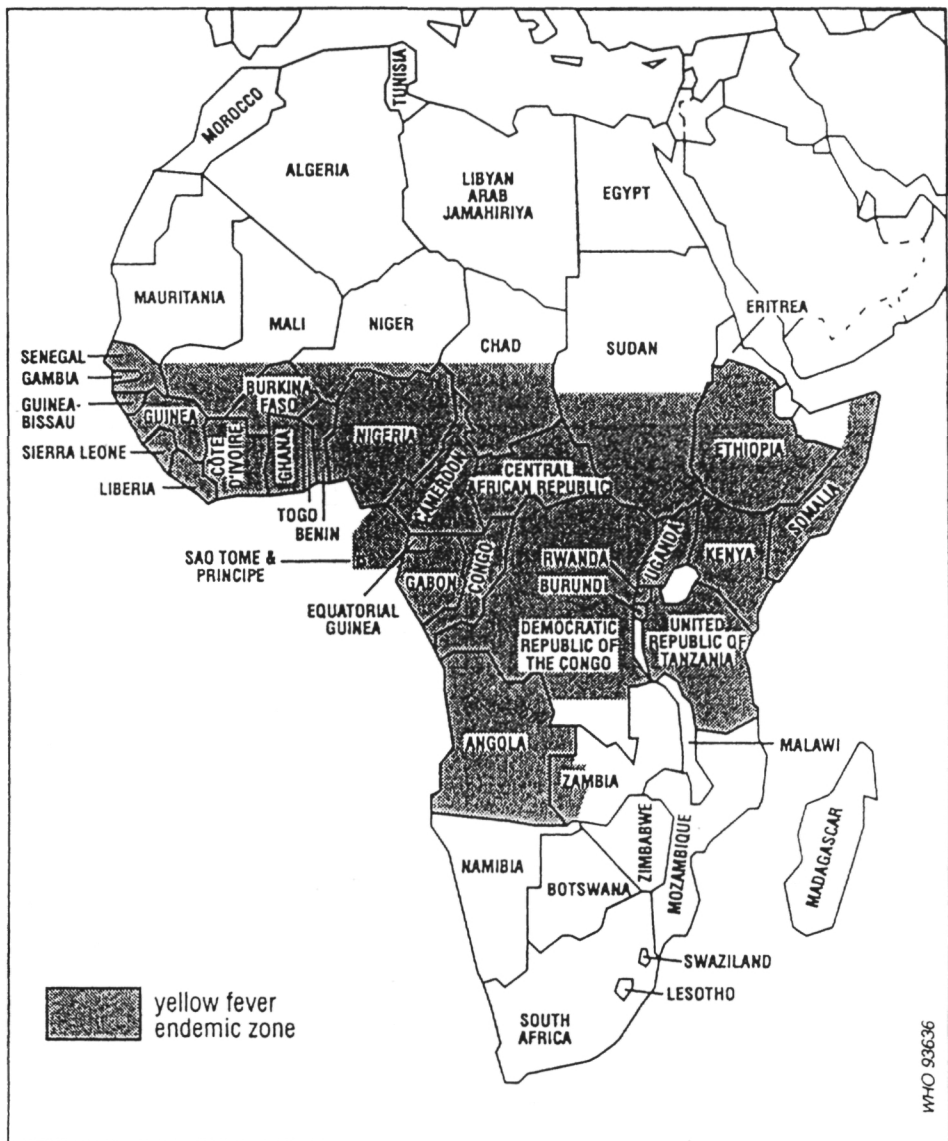
Nog meer dan bij de pokken zien we hier het maritiem verband. Door het maritiem vervoer, handel en oorlog werd de gele koortsziekte verspreid over drie continenten : Afrika, Amerika en Europa. Eigenaardig genoeg zien we geen gele koorts epidemieën in Azië alhoewel de vector *Aedes Aegyptii* ook daar aanwezig is. De vrees voor verspreiding in Azië is niet irrealistisch en de quarantaine maatregelen voor lucht – en maritiem verkeer zijn terecht, indien geen geldig persoonlijk vaccinatiebewijs kan voorgelegd worden.²⁰

Historisch en geografisch

Van de gele koorts ziekte vinden we in de Oudheid en de mediterrane maritieme wereld bij Griekse en Romeinse schrijvers geen verwijzing naar een ziekte die lijkt op gele koorts. De eerste beschrijving van de gele koorts als ziekte was in de Antillen (Guadeloupe) in 1646 en in Yucatan (Mexico) in 1648. Daarom dacht men eerst dat de gele koorts een ziekte was typisch voor de Nieuwe Wereld. De militaire en maritieme verplaatsingen op land en nadien op zee, de piraten en de slavenhandelaars (westkust Afrika en Amerika) en het handelsverkeer hebben de gele koorts als ziekte verspreid. Ook de vector, een mug, *Aedes Aegyptii* en *Haemagogus*, werd op deze manier verspreid. De gevolgen vanaf de 17de eeuw waren verschrikkelijk. Verscheidene epidemieën onder de Europeanen en niet immune autochtone bevolkingen hebben een hoge mortaliteit gehaald in de Caraïben en Noord-, Zuid- en Midden-Amerika. Zoals

19. JANSSENS, KIVITS en VUYLSTEKE (1992), p. 1233.

20. Zie de kaarten met het endemisch gebied van gele koorts in Afrika en Zuid-Amerika.



Herkomst : 'Vaccination requirements' (WHO, 1999)

malaria had ook de gele koorts een groot effect op het verloop van vele veldslagen. Ganse legers met vooral Europeanen, gevoelig aan de gele koorts, kwamen om.

Wanneer we de medische boordverslagen lezen zou het kunnen dat bij de expeditie van Sir Drake naar de Kaap Verdische eilanden 300 man van zijn bemanning de dood vond door gele koorts. De ziekte werd gevreesd na een reis of tussenstop op de Afrikaanse of Zuid Amerikaanse kust. De Engelse zeeman

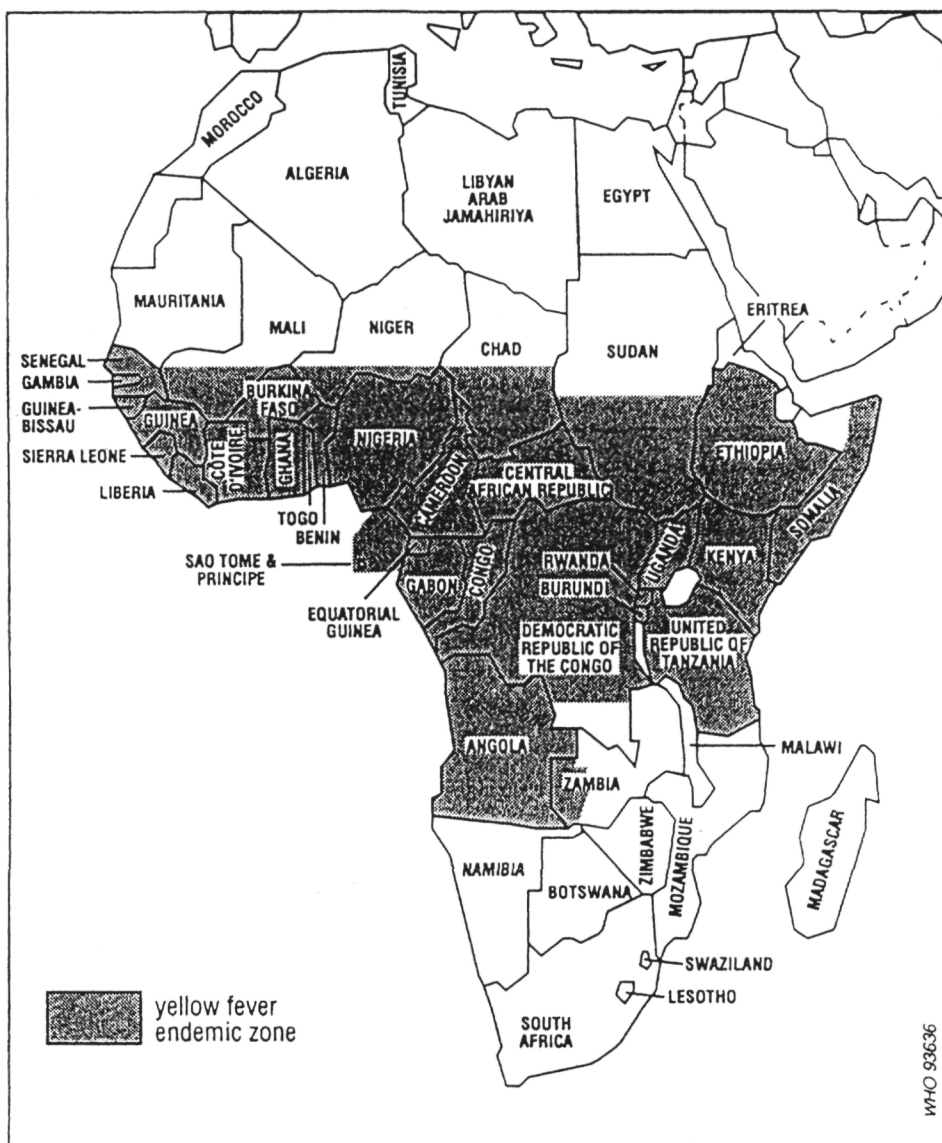
sprak van de ziekte als : yellow jack.²¹ Ook de handelsposten, de militaire posten en de missies werden uitgedund door de gele koorts, terwijl de overlevenden later aan malaria stierven. In de legende van de 'Vliegende Hollander', een schip gedoemd om tot het einde der tijden te zeilen zonder bemanning, was deze waarschijnlijk uitgestorven door gele koorts of de pest.

Door het internationale handelsverkeer tussen West-Afrika en Amerika vanaf de 15de en 16de eeuw zien we niet alleen uitwisseling van handelswaar, maar ook uitwisseling van ziekten. Op het einde van de 17de eeuw zien we de gele koorts opduiken in de USA vooral door de slavenhandel : New York (1668), Boston (1691) en Charleston (1699). Langs de Mississippi bereikte de gele koorts het binnenland. In Philadelphia was er een epidemie in 1793. Tussen 1793 en 1900, een goede honderd jaar, zijn er 500.000 gevallen van gele koorts beschreven. In New York was er een quarantainecentrum voor gele koortslidgers.

De naam gele koorts werd voor de eerste maal gebruikt door Griffin Hughes in zijn boek : „Natural History of Barbados” in 1750. In Afrika waar enkele kleine concentraties van blanken leefden waren de epidemieën nooit zo groot ; enkel bij militaire activiteiten waren er grote aantallen doden. In Senegal zien we dit duidelijk aan de hand van een verslag over een gele koorts epidemie onder immigranten : op een totaal van 92 werden er 59 gedood. Dit was in 1778 en is tevens de eerste beschrijving van de gele koorts als epidemie in Afrika. In 1826 stierven te Ghana 115 op een totaal van 535 soldaten binnen de twee maanden na aankomst aan gele koorts ; van een volledig garnizoen van enkele honderden soldaten bleef er na één jaar nog één man over.²² Hierbij dient altijd de vraag gesteld of ook malaria hier niet een grote rol in meegespeeld heeft. Vanaf de 18de en 19de eeuw zien we door het maritieme handelsverkeer de ziekte zich verspreiden langs de Atlantische handelsroute. De muggen leefden en legden hun eieren in de watervoorraden en het bilgewater van de zeilschepen. Zo kregen we niet alleen gele koorts epidemieën op volle zee met het klassieke zeemansgraf maar ook de verspreiding van de gele koorts in de daarop bezochte havens. In Spanje waren er 130.000. doden na epidemieën tussen 1801 en 1821. De ziekte werd verder langs maritieme weg uitgezaaid langs de havens tot in Frankrijk (Saint Nazaire), Engeland (Swansea) en Italië. De gevolgen voor de bevolking, die werkelijk werd uitgedund, en voor de handel en industrie waren verschrikkelijk. Men berekende bijvoorbeeld dat de epidemie van gele koorts die de vallei van de Mississippi in 1878 trof meer dan 13.000 slachtoffers maakte en een economisch verlies veroorzaakte van honderden miljoenen dollars. De laatste epidemie in de USA was in 1905 te New Orleans, op 5000 zieken waren er 1000 doden. Het graven van het Panamakanaal was door het grote aantal doden met gele koorts een drama voor de Lesseps, die ook het Suez kanaal had

21. Cox (1996), p. 143.

22. Cox (1996), p. 144.



Herkomst : 'Vaccination requirements' (WHO, 1999)

gegraven. Uiteindelijk kon het Panamakanaal afgewerkt worden in 1914 maar met een dodencijfer van 30.000 doden als gevolg van gele koorts.

De ziekte

De gele koorts wordt veroorzaakt door een virus uit de reeks arbovirussen (arthropod born virus – overgebracht door insecten) en verder uit de genus flavi-

virus. Het is een virale zoönose die endemisch epidemisch aanwezig is op continenten met een tropisch klimaat. De ziekte is gekenmerkt door geelzucht en braken van bloed. De overdracht gebeurt door een mug uit de aedes familie. De ziekte circuleert tussen de apen onderling in bosrijke gebieden. De overdracht gebeurt hier door de *Aedes Africanus*. Sporadisch worden andere muggen, de *Aedes Simpsoni*, besmet die leven op de plantages en aan de rand van de wouden ; van hieruit worden de *Aedes Aegyptii* besmet die in de steden leven. De mens kan in gans deze keten besmet worden.

Het virus is endemisch in tropisch Afrika en tropisch Amerika en werd ontegensprekelijk verspreid langs de maritieme weg door zeelui, reizigers en militairen vanuit Afrika naar de Antillen en zo verder naar Zuid-Amerika en de havens waar deze schepen aanlegden met muggeneieren en larven in hun bilgewater. Vooral de havens in subtropisch en gematigde klimaatzones kenden zware epidemieën. In Afrika was deze ziekte mee verantwoordelijk, naast malaria, voor de uitdrukking op de westkust van Afrika : het graf der blanke mannen.

Vanaf 1912 werd gele koorts in Belgisch Congo bestudeerd en opgevolgd. In 1912 was er een epidemie van gele koorts in Matadi na het aanleggen van twee besmette schepen, een tweede epidemie verscheen in 1917 en een derde in 1928. De laatste epidemie decimeerde zowel Matadi als Boma.²³

Het was de Cubaanse arts dr. Carlos Finlay die aantoonde in 1880-1890 dat de overdracht gebeurde door geïnfecteerde muggen *Aedes Aegyptii* in Havana ; na vijf à tien dagen incubatie brak dan de ziekte zelf uit. Hij stelde toen zelfs voor om de ziekte te bestrijden met muskietennetten ; een methode die nog steeds zeer efficiënt en actueel is.. Hij werd echter niet geloofd en het was een Noord-Amerikaanse arts Walter Reed die in 1901 vaststelde dat een mug zich besmette door een geïnfecteerde mens te steken en zijn bloed op te zuigen. Hij bevestigde hiermee de theorie van dr. Finlay dat een besmette mug besmet bleef tijdens haar ganse leven en dat men om de ziekte te bestrijden men de vector moest bestrijden namelijk de mug. Men kan dit doen met muskietennetten om de cyclus mug - mens te doorbreken, dit voor de urbane vorm van gele koorts waar de overdracht gebeurt door de *Aedes Aegyptii* en waar geen andere gastheren (apen) tussen de mens en de mug staan. Met dit eenvoudige muskietennet zag men de ziekte in enkele jaren verdwijnen op Cuba en kon men zich individueel beschermen. Tot 1900 kende men wetenschappelijk enkel de urbane vorm, mug - mens - mug. Er bleef natuurlijke het probleem van de silvane vorm met de overdracht mug - aap - mug - mens, van waaruit telkens nieuwe epidemieën ontstonden. Om dit allemaal te bestuderen werd de Rockefeller Foundation opgericht na zware epidemieën in Brazilië en West-Afrika.

De benaming, gele koorts, legt de hoofdsymptomen van de ziekte uit : namelijk geelzucht en hoge koorts. Na een incubatie van vijf à tien dagen zien

23. JANSSENS, KIVITS en VUYLSTEKE (1992), p. 1005.

we een ziekteproces verlopen gedurende twee weken. De eerste week heeft de patiënt hoge koorts en op het einde van deze week breekt de geelzucht of icterus uit. Vanaf de tweede week observeert men de bloedingen in maag, darmen en nieren. De Portugese benaming van de ziekte, Vomito Negro, zwart braaksel (verteerd bloed in de maag), beschrijft het bloedbraken. Het ziekteverloop is hectisch en leidt tot paniek bij de patiënt en de omgeving omwille van de snel verslechterende gezondheidstoestand. Na de tweede week is er ofwel genezing met levenslange immuniteit ofwel een mortaliteit schommelend tussen de 30 en 50 %.

Vaccinatie

Na het enthousiasme van de ontdekking van de eerste cyclus, mug - mens - mug, met *Aedes Aegyptii* en het succes in de bestrijding van de vector in de cyclus van de urbane vorm (muskietennet) werd het probleem veel ingewikkelder na de ontdekking van de silvane vorm. Men kon moeilijk de vector in de oerwouden gaan bestrijden. De volledige aandacht ging dan naar het vinden van een goed vaccin.

Na veel wetenschappelijk zoekwerk kon men in 1937 en 1939 ²⁴ twee afgezwakte levende vaccins op punt stellen : het Dakar vaccin, Frans, en het 17D vaccin of Rockefeller vaccin, Amerikaans.

Het laatste vaccin 17D werd op punt gesteld door dr. Theiler van het Rockefeller Institute te New York. Het vaccin werd bereid op culturen van kippenembryo's waarin men het virus had ingeënt. Hij kreeg hiervoor de Nobelprijs in 1952. Het is het 17D vaccin dat in Europa wordt gebruikt omdat het meer voordelen heeft ten opzichte van het Dakar vaccin. De huidige vaccins zijn zeer efficiënt en geven praktisch een 100% bescherming tegen de gele koortsziekte. Enkel mensen met een slechte of verzwakte immuniteit, kankerbehandeling, aids enz. zouden minder hoge titers ontwikkelen ofwel hun immuniteit gedeeltelijk verliezen hetgeen hen weer gevoelig maakt voor het gele koortsvirus.

De huidige 17D stam is nog steeds zeer efficiënt en een regelmatige aanpassing van het vaccin heeft tot gevolg dat het nu minder thermolabiel is en het niet meer koud moet vervoerd worden – de koude keten – wat vroeger het vaccin dikwijls waardeloos maakte in tropische landen. Na een primovaccinatie begint de immuniteit na tien dagen, bij een hervaccinatie is dit onmiddellijk. De vaccinatieduur is tien jaar administratief en medisch waarschijnlijk twaalf jaar. De vaccinatie kan enkel toegediend worden in vaccinatiecentra erkend door de bevoegde medische instanties, erkend door de WHO die deze centra vermeldt in haar brochures.

Gele koorts als ziekte blijft een zeer ernstig probleem mede door zijn spectaculaire symptomatologie en hallucinant dodencijfer. Nochtans zijn vele tro-

24. CORNIL (1995).

penreizigers nog nonchalant met de dood als gevolg eens terug in het thuisland en uitgebreide quarantaine maatregelen uit vrees voor hemorragische koorts zoals ebola.

Het latente gevaar dat gele koorts zich over Azië verspreidt is altijd aanwezig. De vector muggen zijn van dezelfde familie. Daarom zijn de quarantaine maatregelen van de Aziatische landen terecht zo rigoreus. Als men uit Afrika of Zuid-Amerika komt, dus uit gele koorts endemisch gebied, moet men een geldig vaccinatiebewijs voorleggen (vaccinatie niet ouder dan tien jaar) zoniet wordt men op eigen kosten voor zes dagen in een ziekenhuis of hotel in quarantaine gehouden. De vliegtuigen worden ook dikwijls behandeld met moderne insecticiden. Bij zeelieden ligt het probleem minder scherp daar zij meestal goed gevaccineerd zijn tegen gele koorts als basisvaccinatie en zeker als ze uit Afrika komen. Het bilgewater in moderne schepen, voorzover nog aanwezig, is dikwijls bevuild met olie zodat de muggenlarven niet meer kunnen overleven.

CHOLERA

Van de vier quarantaine ziekten heeft cholera waarschijnlijk de twijfelachtige eer het grootste sterftecijfer op te eisen omwille van de snelle verspreiding en het hoge aantal slachtoffers op zeer korte tijd. Een ander feit is dat cholera endemisch is geworden op verschillende continenten, maar de preventie en de behandeling zijn eenvoudig onder controle te krijgen. Het is door de dodelijke snelheid van de cholerabacil dat de wil er kwam om lokaal en later internationaal maatregelen te treffen die resulteerden in de huidige quarantaine wetgeving van de WHO.

Historisch en geografisch

De ziekte cholera komt historisch waarschijnlijk uit de delta's van de Indische rivieren namelijk de Ganges en de Brahmaputra. Van hieruit heeft de cholera zich over gans de wereld verspreid, vooral vanaf 1817. In het begin met de karavanen nadien langs maritieme weg en in moderne tijden langs de luchtvaart.

De wereld werd geteisterd door 7 pandemieën : ²⁵

- 1ste pandemie : 1817-1823
- 2de pandemie : 1826-1851
- 3de pandemie : 1852-1859
- 4de pandemie : 1863-1879
- 5de pandemie : 1899-1923

25. WHO (1992), volume 45

Van oudsher was cholera bekend in Indië (Bengalen). In 1817 was er een zeer hevige epidemie van cholera die op drie maanden tijd gans Bengalen aantastte, om nadien gans Indië te besmetten. Van hieruit ging de ziekte verder met reizigers naar Sri Lanka (Ceylon) en Myanmar (Birma). Over land en over zee raasde de cholera verder naar de Filippijnen, Borneo, China en Japan (1852). Het Arabisch schiereiland werd besmet in 1821 door een Engelse patrouille die vanuit Indië ontscheepte. Langs de valleien van de Tigris en de Eufhraat kwam de cholera naar Bagdad en de Kaukasus en verder naar Turkije en de oostkust van de Middellandse Zee. In 1823-1824 werden de laatste gevallen van cholera gemeld in China; de eerste pandemie was uitgedoofd, er bleven geen endemische haarden over.

Tijdens de tweede pandemie bereikte de cholera Europa in 1831 langs de handelswegen met Rusland. Engeland in zijn „splendid isolation” kreeg de cholera op bezoek in 1831 met als eerste stad Sunderland. Er werden specifieke en algemene maatregelen afgekondigd voor de bevolking, maar men wist hoegenaamd niet hoe de overdracht gebeurde en hoe de ziekte te bedwingen. Tijdens de tweede pandemie werden de eerste observaties gedaan door medici die later van zeer groot belang bleken te zijn.

- De behandeling met rehydratatie kwam van Latta.
- In de rijstwaterdiarree zag Pouche reeds de vibrios.
- Dr. Snow begon zijn studies over de transmissie, de overdracht van de ziekte.²⁶

In 1837 bereikte de cholera Oost-Afrika.

In 1855 flakkerde de derde pandemie op na een hevige epidemie vanuit Bengalen. Door verplaatsing van Indische troepen naar de Krimoorlog en met de troepenverplaatsingen ter plaatse kon de cholera weer snel en vooral dodelijk toeslaan. Op dit ogenblik ontstond de idee bij Florence Nightingale om internationaal een Rode Kruiswerking op te richten na al de oorlogsellende op de slagvelden en de choleradoden in de lazaretten aanschouwd te hebben. In 1855 meerde er een schip af in de haven van Cameta (Brazilië) met choleralijders aan boord; het schip was vertrokken uit Portugal. Op 40 dagen waren er 1300 doden op een populatie van 6000 inwoners.

Tijdens de vierde pandemie zien we de oorlog weer als de grote bondgenoot met onmiddellijk verminderde hygiëne en daardoor met cholera besmet drinkwater. Tijdens de burgeroorlog in de USA stierven er waarschijnlijk 50.000 aan cholera. Ook in Europa zien we opnieuw oorlog in 1870 met grote epidemieën. Ook in de biografie van Pater Damiaan door Hilde Eynikel vinden we een beschrijving van een cholera epidemie toen Damiaan pas acht jaar was.²⁷ Op-

26. COX (1996), p. 17.

27. EYNIKEL (1993)

nieuw zien we op het einde van de 19de eeuw de cholera in al zijn hevigheid opduiken op de vier continenten Azië, Amerika, Afrika en Europa, wat de term pandemie – een epidemie op wereldniveau – rechtvaardigt.

In 1884 werd door dr. Robert Koch tijdens de vijfde pandemie bij het onderzoek van lijken de oorzaak van de cholera gevonden : vibrio cholerae, de kummabacil. Dit was dus met zekerheid de oorzaak van de vijfde en de zesde pandemie die geen impact hadden op Amerika of Europa. De vibrio el tor biotype werd ook ontdekt maar bleek uiteindelijk de grote oorzaak te worden van de zevende pandemie.

De eerste zes pandemies hadden twee elementen gemeen :

- oorsprong : Indië (Bengalen).
- oorzaak : Vibrio Cholerae.

De zevende pandemie verschilt in oorsprong, nl. afkomstig uit Indonesië (Celebes-Sulawi), én in oorzaak : Vibrio El Tor.

Door het feit dat de cholera verspreiding gebeurt door de mensen zelf, namelijk het besmetten van de bronnen en waterlopen met de uitwerpselen die de cholera bacil bevatten, zien we een enorme verspreiding door de scheepvaart (zeil en stoom), spoorweg, land en luchtverkeer. De internationale handel die de laatste twee eeuwen grote vooruitgang maakte speelde een aanzienlijke rol in de verspreiding. De verplaatsing van grote groepen mensen zoals de pelgrimstocht naar Mekka met honderdduizenden pelgrims, vaak uit endemische gebieden (Indië), zijn en blijven een gesel voor de Arabische wereld. De militaire expedities in de koloniën en de oorlogen werkten de verspreiding in de hand op plaatsen die daarvoor niet besmet waren.

Het aantal doden becijferen van de zes eerste pandemieën is onmogelijk, maar het loopt in de tientallen miljoenen. De mortaliteit was vroeger ook veel hoger dan nu, namelijk gemiddeld tot 50%, bij erge epidemieën en een verzwakte bevolking gaande tot 70%. Uit noodzaak zien we in de landen van Noord-Europa de eerste internationale gezondheidsconferentie ontstaan in 1851 te Parijs.

De ontdekking van de transmissie van mens tot mens door besmet water te drinken door de Engelse arts J. Snow ²⁸ en de ontdekking van R. Koch van de Vibrio Cholerae hadden tot gevolg dat de wereldgezondheidsconferentie in 1907 te Parijs echt wetenschappelijk wist waarover het ging : het drinken van besmet water moest worden voorkomen door goede riolering, hygiënische toiletten en koken van het drinkwater. Door toevoegen van kleine hoeveelheden antiseptica in het water kon de overdracht van cholera voorkomen worden. Dr. Snow ontdekte dat in een bepaalde wijk in Soho opmerkelijk veel choleralijders voorkwamen. Bij onderzoek bleek dat iedereen die ziek was in deze wijk zich

28. SNOW (1849).

bevoorraadde met water uit een welbepaalde pomp. Door de handel van deze pomp weg te nemen verdween cholera in deze wijk.

Tussen 1923 en 1965 zijn er in verhouding weinig epidemieën van cholera ; 95 % van deze epidemieën doet zich zoals van ouds voor in Bengalen. Te vermelden valt een erge epidemie die Celebes (Indonesië) treft tussen 1937 en 1940. De oorzaak van deze epidemie is *Vibrio Cholerae* El Tor, ontdekt door Gotschlich in 1905, via pelgrims die terugkeerden van de Hadj, de heilige pelgrimstocht naar Mekka. Deze *Vibrio Cholerae* El Tor bleef endemisch op Celebes (Sulawesi). De zevende pandemie verspreidde zich van hieruit naar het noorden en nadien naar het oosten.

De zevende pandemie telt drie perioden.

- De eerste periode begint van 1961 tot 1966 vanuit Bengalen, waar de klassieke *vibrio cholerae* snel vervangen wordt door de *vibrio* El Tor en verder over Afghanistan naar de Perzische Golf.
- Tijdens de tweede periode zien we in 1970-1971 de eerste bedreiging voor Europa en Afrika na vele jaren. In Europa waren het Turkije en Rusland die bedreigd werden. De Russen stelden Odessa een tijd als stad in quarantaine ; geen luchtverkeer noch scheepvaart, niemand of niets mocht Odessa verlaten. Men stelde alles in het werk om te beletten dat andere Russische steden zouden aangetast worden. Spijtig genoeg liet men 40 Guinese studenten vertrekken vanuit Rusland naar Conakry. Dit was het begin van een enorme epidemie in Afrika.²⁹ Op twee jaar tijd werden 29 landen aangetast die nog steeds endemisch zijn voor cholera. Europa kende enkele gevallen in Saragossa (1971), Napels (1973) en Portugal (1974).
- In 1971 was er een cholera epidemie in Istanbul door verkeerde aansluitingen van waterleidingen voor drinkbaar water. In 1973 een epidemie in Israël na verkoop van groenten gewassen met water, besmet met cholera.
- Door de goede hygiëne, isolatie van zieken en behandeling zag men in Europa geen verspreiding van de cholera en werd de ziekte niet endemisch. In Oceanië werden enkel de Gilbert-eilanden getroffen door cholera in 1977. In de USA enkele gevallen in Louisiana in 1978.
- De derde periode van de zevende pandemie van cholera startte in 1991 na twintig jaar stilte. De verspreiding begon in Zuid-Amerika na honderd jaar weg te zijn geweest uit dit werelddeel. Een schip afkomstig uit Tuvalu (Fidji-eilanden) meerde af in Chimbote (Peru) in januari 1991. De verspreiding langs de kust ging pijlsnel, 2000 km kust besmet in twee weken. Nabijgelegen landen werden besmet in dezelfde sneltreinvaart : Ecuador op vijf weken, Columbia op zes weken. Naast een financieel

29. CORNIL (1995), p. 38.

probleem in de bestrijding van cholera was er een bijkomend probleem in de preventie van deze ziekte. De Indianen kenden in hun talen geen ziekte gelijkend op cholera en aanvaardden deze ziekte niet in hun leefwereld. Zij weigerden zowel de moderne medicatie als desinfectie van het drinkwater bijvoorbeeld met bleekwater. Vanuit Lima werd Iquitos langs de luchtweg besmet. Vanuit Iquitos langs het water naar Manaus (Brazilië) en van hieruit langs de Amazone naar de havenstad Belem aan de oostkust. Van de westkust Stille Oceaan naar de oostkust Atlantische Oceaan werd cholera verspreid op vijf maanden tijd. Door een duidelijk minder erge mortaliteit en een wereldwijde reactie op deze epidemie in Zuid-Amerika stelde men een sterftecijfer van slechts 1% vast. In Afrika daarentegen liep de mortaliteit op tot 15% omdat door de verafgelegen haarden de oprichting van dispensaria of sanatoria posten onmogelijk was. De meest getroffen landen in Afrika waren : Nigeria, Tchaad, Ghana en Zambia. Andere streken zoals Madagascar, Mauritius en de Seychellen zijn ontsnapt omwille van hun geïsoleerde ligging.

Wat de zevende pandemie betreft kunnen we stellen dat de vibrio El Tor nog steeds in vele landen endemisch is omwille van gebrek aan hygiëne, vooral bij de bereiding van de voeding en door gebrek aan drinkbaar water.

Specifiek voor het maritieme vervoer is bewezen dat koopvaardijschepen verantwoordelijk kunnen zijn voor het verspreiden van cholera, namelijk door het opnemen van ballastwater in de tanks in besmet kustwater en te lozen in een andere haven die nog niet besmet is. Dit was het geval in de Golf van Mexico in 1991-1992. Sindsdien is er een verzoek van de Coast Guard van de USA om de ballasttanks met niet drinkbaar water te ledigen ver in zee alvorens een Noord-Amerikaanse haven aan te doen.

Cholera in België

Over het dorpje Hensies te Bergen bestaat een verslag van een cholera-epidemie in 1849. Op twee maanden tijd waren er 207 doden, dit was 1/10 van de bevolking. De mensen vluchtten in paniek naar de stad en omliggende dorpen. De locale artsen grepen in met het toen gekende medisch arsenaal : bloedzuigers, laudanumelixir en massage van de blauwe ledematen met azijnzuur. Het echte probleem van het besmette drinkwater werd niet bekeken. Men vertelt wel dat de sanitaire voorzieningen nihil waren en het vooral de lagere sociale klassen waren die ten prooi vielen aan de cholera. Zoals bij andere epidemieën (pest) nam men de toen algemeen geldende maatregelen voor de hygiëne : meer ongebluste kalk op het kerkhof, wateroppervlakken bedekken, doden snel en diep begraven, witkalken van de woningen enz... Water koken en handen wassen kwam er toen nog niet aan te pas.

KORTEN INHOUD

DER

VOÓRZORGEN

WELKE MEN MOET GEBRUYKEN

OM ZICH VAN DEN

CHOLERA-MORBUS

TE BEVRYDEN.

REYNIGHEYD DES LIGCHAEMS.

De reynigheyd, welke voór de gezondheid onophoudelyk noodig is, vergt in de tegenwoordige omstandigheden de grootste oplettendheyd.

Zich aen verstyving blootstellen als men zich wascht, of na zich gewasschen te hebben, is onvoórzigtig.

Het is raedzaam de voeten, dikwyls in lauw water te wasschen, en de geéne die de middelen bezitten om baden van eene aengenaeme warmte te gebruyken, zullen wel doen dezelve te neémen, doch slechts eenigen tyd na het eéten, ten eynde de spysverteéring niet te hinderen, en mits zorg te draegen dat het ligchaem niet eensklaps verkoele.

Herkomst : M. CONSCIENCE, *Hendrik Conscience*, s.l., 1912

Hendrik Conscience beschreef in 1866 een cholera epidemie in het Kortrijkse.³⁰ Zowel Antwerpen als Gent hebben maandenlang moeten vechten tegen de cholera in hun sloppenwijken. Zo moet de Antwerpse burgemeester Gerard Legrelle in de zomer van 1832 het hoofd bieden aan een zware cholera epidemie die zijn stad binnenkwam via de haven. Er stierven niet minder dan 570 inwoners. In de geschiedenis van het Belgisch Vorstenhuis leest men dat koningin Louise Marie, echtgenote van Leopold I, regelmatig hielp bij het bestrijden van cholera in Gent en Kortrijk. In 1866 stierf één Belg op honderd aan cholera.

De cholera als ziekte

De naam cholera is afgeleid van het Grieks : *chilei reo*, het vloeien van gal. De cholerabacil (kommavormig onder de microscoop) heeft enkele specifieke eigenschappen zoals bijvoorbeeld een lange overlevingstijd in zout water en afsterven in steriel water. In 1840 toonde Snow reeds het verband met water aan en in 1884 vond Koch de bacil onder zijn microscoop. Eerst vond men de *vibrio cholerae*, nadien de variant El Tor geïsoleerd bij lijken van choleradoden onder Mekkapelgrims in het quarantainekamp El Tor in Egypte in 1905. In enkele boeken spreekt men nog van een derde variant : de *Vibrio Parahaemolyticus*, een cholerabacil overlevend in zeewater en direct verbonden met de consumptie van vis en crustacea. Deze *vibrio parahaemolyticus* is de oorzaak van veel voorkomende visintoxicaties in Japan (zomer), Maleisië, Indië (Calcutta) en Bangla Desh.

De transmissie – de overdracht van de ziekte – gebeurt door faeco-oraal contact. Door daling van de hygiëne en besmetting van drinkwater en voeding (rijst, meel) door directe transmissie van faecale substanties uit het menselijk lichaam komen zo de cholerabacillen bij andere gezonde mensen terecht. Vandaar het verschrikkelijk effect van een besmette bron waar honderden mensen hun drinkwater halen. Eigenaardig is het verschijnsel dat sommige mensen drager zijn van de cholerabacil zonder ziek te worden maar toch een jaar lang de cholerabacil kunnen uitscheiden met hun faecaliën en zo de anderen besmetten (Vietnam).

De symptomen van cholera treden zeer snel op na twee à vier dagen en zijn spectaculair :

- een snel ziek wordende patiënt met een hevige diarree, die na enkele uren transparant wordt waarin witte vlokken te zien zijn, vandaar de benaming : rijstwater – of rhiziforme diarree. De witte vlokken zijn stukjes darmvili die van de darmwand loskomen door inwerking van eventuele toxinen afgescheiden door de cholerabacil. Deze diarree is hevig en kan in erge gevallen gaan tot 5 liter op 24 uur. De patiënt gaat snel achteruit

30. SIMONS, SOMERS en RUYSEVELT (1983), p. 50.

door het extreme vochtverlies. Gewoon water drinken helpt niet, gezien het niet wordt geresorbeerd door de zieke darmwand.

- tegelijk begint de patiënt hevig te braken, vermoedelijk ook door een toxine van de cholerabacil. Door het hevige braken met diarree krijgen we een deshydratatie die de patiënt op een paar dagen kan doden.
- we krijgen een algemene circulatoire collaps door verlies van vocht (braken en diarree), door veranderingen in osmose en door bloeddrukdaling.

De enige goede behandeling is dan ook het verlies van vocht en electrolyten compenseren door een intraveneus perfluus of door orale rehydratiepoeders. Meestal zien we na een rehydratie een volledig herstel na één à twee dagen, zeker na toedienen van antibiotica tetracyclinen of 300 mg doxycycline of ciprofloxacin. Soms echter treden er zeer erge verwickelingen op, dit in verband met de leeftijd en de immuniteit van de patiënt. Enkele van deze verwickelingen zijn : anemie, mentale of fysische handicap, blijvende slapeloosheid, ontsteking van de nieren, ulceraties van de cornea van het oog, doorligwonden, gangreen van de ledematen, penis, scrotum, abortus bij zwangere vrouwen (foetus vertoont sporen van cholera), hersenbloeding bij oudere mensen. Bij mensen die opium gebruiken is de prognose zeer slecht. Door de ernstige uitdroging noteert men soms zeer hevige spierpijnen door verlies van electrolyten, waarvoor men zware pijnstillers moet geven tot morfine toe.

De beste rehydratie gebeurt door een intraveneuze oplossing die electrolyten bevat. Een samenstelling echter van suiker en zout in de juiste verhouding heeft het leven gered van vele baby's met diarree en ook choleralijders ; hierdoor kunnen de electrolyten terug geresorbeerd worden en nadien kan door de gewijzigde osmose de patiënt terug gewoon water drinken. De patiënt moet drinken tot hij geen dorstgevoel meer heeft, tot één liter per uur. De orale rehydratie gebeurt door een samengesteld poeder dat aan drinkbaar water wordt toegevoegd ; dit is ideaal voor plaatsen waar geen medische hulp aanwezig is zoals in vele tropische gebieden en aan boord van de koopvaardij schepen. De samenstelling van dit poeder is volgens UNICEF normen als volgt :

Na Cl	3.5 g.
NaHCO ₃	2.5 g.
KCl	1.5 g.
Glucose	20 g.

2 zakjes te mengen met 1 liter niet bruisend water.

De patiënten herstellen snel mede door toediening van tetracyclines.

Vaccinatie

De vaccinatie van cholera is de lijdensweg geweest van de zeelui. Om de zes maanden diende hij een onderhuidse injectie te krijgen van een gedode cho-

leravorm. Ongeveer een 0.5 ml. werd ingespoten en nadien goed vermeld met datum en identificatie van de geneesheer vaccinator op het gele boekje. Dit dode vaccin gaf een bescherming van niet meer dan 50%, de bescherming begon na zeven dagen en duurde niet langer dan drie tot zes maanden. De WHO organisatie schafte de verplichting voor de choleravaccinatie af in 1973. Vele haven-autoriteiten legden deze maatregel naast zich neer en bleven lucratief verder aan boord van vooral de koopvaardij schepen controle uitoefenen.

De controle op de vaccinatie van cholera (en de gele koorts) was het middel om alle zee kapiteins in alle havens van het zuidelijk halfrond te „pesten”. Is er enige discussie mogelijk over datums of stempels, dan begint er een palaver over quarantaine die eindigt met een transfer van dollars, sigaretten en whisky. De dreiging om het schip in quarantaine te plaatsen wordt soms uitgevoerd met zware financiële gevolgen voor de reder.

Het al of niet vaccineren was voor de geneesheer vaccinator een dilemma. Schreef men of stempelde men dat cholera niet meer vereist was bleef er toch de eis in deze zuidelijke havens van de lokale gezondheidsautoriteiten naar een voor hen geldige choleravaccinatie. Om een financiële aderlating te voorkomen in deze havens werd er al of niet gevaccineerd, maar in alle geval een datum en handtekening met stempel geplaatst van de vaccinator. In de choleravaccinatie voor de maritieme wereld is er nu een consensus rond twee orale vaccins.

OROCHOL – drinkbaar vaccin – 1 à 2 toedieningen – 6 maanden tot één jaar geldig.

DUKORAL – drinkbaar vaccin – 2 toedieningen – 2 jaar geldig ; afkomstig uit Zweden.

Deze vaccins zijn veel efficiënter dan de onderhuidse in te spuiten vorm en zijn door het feit dat ze drinkbaar zijn veel meer aanvaard door de zeeman.. Vroeger was er steeds het gevaar dat met de revaccinatie van cholera (of gele koorts) door een besmette naald ook het virus van hepatitis B-C of aids kon overgebracht worden.

Door het enorme belang van niet geïnfecteerd drinkwater voor de ganse bevolking en de controle hierop, werd cholera de eerste ziekte waarvoor een internationale bewaking werd ingesteld. Zo kreeg de ziekte op de internationale classificatielijst het codenummer 001.

DE PEST

De beschrijving van pestachtige aandoeningen staan verspreid in oude geschriften : in de Bijbel : de pest van de Filistijnen, in de oude boeken Bhagavta Purana ³¹ geschreven in het Sanskriet over het leven van Krishna. Dit brengt ons

31. 'Bhagavata Purana' Vedische geschriften in het Sanskriet over leven en werk van Krishna.

weer tot het Verre Oosten waar vermoedelijk de pest als epidemie is te voorschijn gekomen in Centraal-Azië. Blijft de vraag of al deze epidemieën beschreven in de Bijbel en in het Sanskriet wel degelijk de pest waren als ziekte zoals wij ze nu kennen. De pestbui – bubo – werd wel degelijk goed beschreven bij de pest van de Filistijnen of de pest in Athene, maar toch blijft de twijfel of het wel de pest was en geen symptomen van uithongering. De benaming – dood aan de pest – zal wel altijd een probleem blijven gezien alle ziekten met koorts als pestilentieus werden beschreven. Men had niet voldoende kennis om differentieële diagnoses met andere ziekten te onderscheiden.

Reeds in de Oudheid had Hippocrates het besef dat de oorzaak van ziekte en dood buiten het bovennatuurlijke diende gevonden te worden behalve de pest, die veroorzaakt werd door de wraak van de goden.

De epidemische vorm en snelle dood bracht verwarring onder de mensen en historici. Men verwarde de pest met andere epidemische aandoeningen, zo was bijvoorbeeld de pest van Barcelona in 1821 een epidemie van gele koorts. Sommigen spraken reeds van een bubonische pest in 300 vóór Christus die Egypte en Syrië zou aangetast hebben. Zo vindt men de beschrijving van een veertigtal epidemieën tot het begin van onze jaartelling, met steeds de vraag of het wel degelijk de bubonische pest was.³²

Geschiedenis

Vanaf de 6de eeuw begint men de pest in te delen in drie grote pandemieën.

- eerste pandemie : pest van Justinus.
- tweede pandemie : het tijdperk van de Zwarte Dood van de 14de tot de 18de eeuw.
- derde pandemie : vanaf het begin van de 19de eeuw tot nu.

Tijdens de derde pandemie waren er drie grote ontdekkingen :

- ontdekking van de bacil *Yersinia pestis* door Kitosoto en Yersin.
- ontdekking van de transmissie van de ziekte door de vlo als vector : *Xenopsylla cheopis* levend op een rat.
- ontdekking van het vaccin door Hoffkin.

De eerste pandemie : DE PEST VAN JUSTINIANUS.

De rustige mediterrane leefwereld werd opgeschrikt rond 542. Justinianus was keizer en zat op de troon van het Oost - Romeinse Rijk met Constantinopel als hoofdstad. Een van zijn generaals Belisarius had een bediende Procopius die alles keurig opschreef.³³ Van zijn hand zijn de correcte beschrijvingen van de pest uit die tijd. De oorsprong van deze pestepidemie lag waarschijnlijk in Zuid-Oost Azië en kwam te voorschijn in Pelusium (Alexandrië).

32. MOLLARET, H., *La Peste*, Fasc. 8035 E-10, blz. 1.

33. COX (1996).

Langs Palestina bereikte de pest Constantinopel. De ganze bekende mediterrane wereld werd aangetast. In 589 bereikte de pest Rome ; paus Pelagus II stierf. De ziekte spreidde zich verder uit naar het noorden : Gallië, Engeland en Ierland. Naar het zuiden drong de pest door tot vermoedelijk Centraal-Afrika. De ziekte was zo hevig dat hier vermoedelijk zowel de builenpest als de longenpest gewoed hebben. De ziekte was te hevig en teveel mensen stierven op te korte tijd ; uiteindelijk zou de helft van de bevolking van Constantinopel aan de pest gestorven zijn. Procopius beschreef de symptomen van de builenpest en ook het bloedspuwen van de longenpest.

In Noord-Afrika kon de Islam, die in het begin nomadenstammen begeesterde en daardoor relatief weinig doden telde, zich goed verspreiden langs de zwaar getroffen landen van Syrië Libië en Egypte. Aan de zuidgrens van het Romeinse Rijk rukte de Islam op, aan de noordgrens de Barbaren. Deze waren tot dan toe ook weinig getroffen door de pest.

Door meer aandacht aan de pest te schenken, merkte men op dat het begon in de havens en zich dan min of meer verspreidde naar het hinterland toe. De symptomen werden ook beter beschreven en men maakte een onderscheid tussen de bubo – of builenpest – en de longenpest. De ziekte tastte mannen, vrouwen en kinderen aan zonder onderscheid, zowel rijken als armen. Het hoofdsymptoom was vooral het verschijnen van de bubones in de liesplooï. Men zag ook bij velen zwarte vlekken op hun huid als ze stierven en sommigen spuwden bloed.

Tweede pandemie : DE ZWARTE DOOD – 14de tot 18de eeuw

Vanuit de steppen van Centraal-Azië waar marmotten en ratten (vlooiën) besmet waren kwam de pest langs China en Indië naar het Middellandse Zeebekken. Voor Europa werd het een echte holocaust vanaf 1348. De pest was 550 jaar afwezig geweest in onze streken. In de Zuidelijke Nederlanden was de pest aanwezig van 1349 tot 1669. Vanaf de 18de eeuw was de pest uit Europa verdwenen.

De pest bereikte de Kaspische zee en later de Zwarte zee. Op het schiereiland de Krim zaten handelslui uit Genua omsingeld door Tartaren in Tana bij de monding van de Donau. In het Tartarenleger heerste de pest en in hun woede omdat de stad zich goed verdedigde en ze hun leger moesten terugtrekken, katalpuleerden zij de pestlijken over de muren van de omsingelde stad.³⁴ Dit was bacteriologische oorlog avant la lettre, met de bemerking dat ze beter de dode ratten met hun vlooiën hadden gekatapulteerd. De pest brak toch uit in de stad en iedereen trachtte te ontsnappen. De Genuese kooplui vluchtten met hun schepen naar Genua, anderen bereikten Messina, Cyprus en Constantinopel waar voor de tweede keer een pestepidemie uitbrak. Andere schepen met hun zieken en doden werden geweigerd in Italiaanse havens zodat ze moesten uitwijken

34. Cox, (1996), p. 44.

naar Zuid-Franse havens (Marseille). Zo verspreidde de pest zich zeer snel in het hinterland. In 1348 was de pest in Italië, Frankrijk en de Balkan. Boccaccio beschreef de pest te Firenze in zijn boek *Decamerone*. Op 12 maanden verspreidde de pest zich over Zwitserland, Oostenrijk (Passiespelen als dank voor vrijwaring van de pest in Oberammergau), Duitsland en Engeland. In 1350 was de pest in het noorden van Rusland en Scandinavië. Een schip dat vertrok met wol uit Londen naar Bergen bracht de pest in Noorwegen.

Venetië, dat in het begin gespaard bleef, stichtte een quarantaine station op het eiland Lazzaro in 1423 ; vandaar de naam lazareth. Reizigers die uit het oosten kwamen moesten in het begin dertig dagen en later veertig dagen geïsoleerd op het eiland leven om te zien of bij hen al of niet de ziekte zou uitbreken.

Europa werd getroffen in zijn economie en welvaart. De eeuw ervoor was er nog even welvaart met een stijgend geboortecijfer en stabiliteit.³⁵ Door de angst voor de pest liepen steden en dorpen leeg, er werd geplunderd en vermoord : er was paniek. Op minder dan vier jaar vielen er vijftieng miljoen doden op een geschatte populatie van tachtig miljoen in Europa ; ruim een derde van de toenmalige bevolking. Dit is waarschijnlijk de meest dodelijke pandemie geweest op zo korte tijd in de geschiedenis van de mensheid. De sociale gevolgen waren verschrikkelijk ; economie landbouw en onderwijs lagen stil, en kwamen slechts traag terug op gang. Men zocht zondebokken ; zoals steeds was het de vreemdeling die het moest ontgelden, en ook de Joden werden terug vervolgd en opgejaagd. De Kerk verloor veel van haar macht, priesters en monniken stierven ook en ondanks gebed en boete werd de epidemie alleen nog erger. De straf of de gesel van God was wel zeer erg. Flagellanten – boetedoeners – die zichzelf en elkaar geselden liepen door de dorpen en steden. Het maatschappelijk leven was ontwricht.

De Islam zat met het probleem van de aanvaarding van de wil van God. Allah heeft de pest gestuurd, dus men mag niet vluchten anders handelt men tegen Zijn wil. Als Hij wil dat we sterven dan moet dat gebeuren. In 1363 schreef een Franse dokter Guy de Chauliac : „ Le père ne visite plus longtemps son fils et le fils son père. La charité est morte et l'espoir abandonné”. Dit beschrijft de sfeer van de Zwarte Dood.

Gedurende de volgende eeuwen tot einde 19de eeuw blijft de pest in verschillende landen van Europa aanwezig, met af en toe opnieuw epidemieën ingevoerd uit het Oosten. Beruchte epidemieën zijn er genoeg : Venetië 1575, Milaan 1576-1630, Londen 1665, Marseille 1720.³⁶ Deze laatste epidemie werd weer veroorzaakt door maritiem verkeer. Een Hollandse fluit, met naam *Grande Saint Antoine* bracht balen katoen en zijde uit Libanon. Normaal gezien moest een schip eerst afmeren op het eiland Saint Jean en werd daar geïnspecteerd

35. Thoen en DE VOS (1998), p. 23.

36. MOUTON (1990), pp. 28-41.

vooral eer het de haven van Marseille mocht binnenvaren. Een schip kreeg dan een doorgangsbewijs dat één van de volgende woorden moest bevatten :

NETTE : het schip mocht binnenvaren ; geen pest gemeld in de laatste aanleghaven.

SOUPCONNE.

BRUTE : slecht, in de laatste aanleghaven was pest gemeld.

In het laatste geval hield men het schip, bemanning en passagiers, maximum 35 dagen in quarantaine. De vracht echter werd in quarantaine gehouden gedurende twee volle maanden. Ook Marseille had een landtong waar een lazaret of infirmerie stond, hier moesten de passagiers of reizigers of vracht verblijven die verdacht werden ; soupconné, namelijk alles uit katoen, linnen, huiden en alles waarin vlooiën kunnen verblijven. De *Grande Saint Antoine* mocht doorvaren naar Marseille ondanks vele sterfgevallen aan boord. De laatste haven was Tripoli en de fluit had huiden gekocht van een Engels schip waar pest aan boord was uitgebroken. Men had echter niet de diagnose gesteld van pest, maar wel van een pestilentieuse ziekte : een ziekte met koorts. De vracht werd met valse geldigheidsattesten toch de stad binnengebracht. Een week nadien was in Marseille de pest in volle hevigheid uitgebroken. ; tot 500 doden per dag. De „Grande Saint Antoine” werd verbrand in een kreek van een ander eiland met name Jarle. Dit alles illustreert dat de maritieme geneeskunde en de opvang van verdachte personen en vracht in die tijd zeker nog niet op punt stonden en daardoor telkens weer opnieuw epidemieën konden uitbreken.

Tijdens deze periode zag men ook de pesthuizen in de kloosters ontstaan. Kloosterorden van paters en zusters hadden steeds een ruimte, een „hospitaal” om de armen en de reizigers te ontvangen ; hier werden ook de armsten en de behoeftige weduwen van de streek of de stad verpleegd en ondergebracht tot ze stierven. Tijdens de pestepidemieën werden hier de pestlijders ondergebracht en verpleegd. Nadien zijn uit deze pesthuizen de openbare ziekenhuizen en de latere OCMW centra ontstaan. Deze paters en zusters gingen in hun habijt de straat op om de stervenden en doden bijeen te brengen. Men geloofde in die tijd dat de verpest-ende stank van de zieken de ziekte zelf kon overbrengen. Van de echte transmissie (rat - vlo - mens) had men nog geen besef. Om de stank te vermijden sloegen ze hun monnikskap over het hoofd en brachten twee gaten in de kap voor de ogen om te zien en in een zakje voor de mond en de neus had men doeken aangebracht, gedrenkt in geurige kruiden of vloeistoffen, om de stank van de pestlijders en doden te neutraliseren. Men dacht hoe verder de stank van de neus en mond verwijderd was hoe beter. Zo ontstonden maskers met lange neuzen met helemaal vooraan de geurige stoffen. Deze maskers zijn typisch voor de pestdokters uit die tijd en worden nu nog gedragen met karnaval in Venetië. De rijken zonderden zich af in hun kastelen en domeinen en trachtten door isolement of weg te trekken de pest te ontvluchten.



Kledij van pestarts ten tijde van de epidemie ; de stok diende om de patiënt te 'onderzoeken' en de lange bek van het masker om de pestgeur op afstand te houden. Dit masker ziet men nog dragen bij het carnaval in Venetië.

Uit die tijd vermelden we als opvallende figuren : een dokter aan het pausenhof te Avignon Guy de Chauliac. Deze gaf een goede beschrijving van zowel de longenpest als de bubonische pest. Hij protesteerde ook heftig tegen de vervolging van de joden die als oorzaak werden gezien voor de epidemie. Een tweede figuur die opviel door zijn zorg voor de pestlijders was de heilige Rochus, een edelman uit Montpellier die de pest kreeg, genas en nadien vele pestlijders verzorgde. De pest bleef aanwezig in verschillende haarden in Oost-Europa zoals Rusland en Turkije en in Noord-Afrika (Egypte). De soldaten van Napoleon kregen de pest in Jaffa in 1800.

De sfeer van wanhoop en angst leidde tot excessen in de godsdienst. De zondebokken waren de Joden en de vreemdelingen die beticht werden de bronnen te vergiftigen, dit ondanks het feit dat zij ook stierven aan de pest. De flagellanten en de Fraticelli orde beheersten gedurende enkele tijd het toneel en brachten religieuze verwarring. De moslims ondergingen met gelatenheid de wil van Allah. De pest moest aanvaard worden zonder discussie ; zelfs vluchten voor de pest naar de woestijn en de eenzaamheid was eigenlijk niet toegestaan en werd beschouwd als twijfelen aan de bestemming die Allah de mens had toebedeeld.

De derde pandemie

Opnieuw zien we in 1895-1899 vanuit endemische haarden in Indië een pandemie ontstaan met miljoenen doden. Een pandemie die werkelijk de ganse wereld zal omvatten gedurende de volgende jaren. Vanuit Indië (Himalaya) zien we eerst China overrompeld worden : Yunnan, golf van Tonkin, Canton, Hong Kong. Rond de eeuwwisseling was de stoomvaart in volle ontwikkeling, wat zeker de verspreiding van de pest heeft versneld. Vanuit Hong Kong, toen reeds een haven met internationale allure, ging de reis met de pestratten naar San Francisco. Tegelijkertijd werd ook Afrika aangetast tot in Madagascar. In het oosten werd vooral Indië geteisterd, maar ook Java, Sri Lanka en Australië. In Europa zien we de pest verschijnen in Portugal en Engeland Glasgow. De pest-ingang voor een land was steeds de havens waar ook de meeste slachtoffers vielen. Vanaf 1920 zien we de pesthaarden wat afzwakken maar wel endemisch worden, enzoötisch, aanwezig in de vlooiën op de ratten, in Centraal-Azië, Afrika (Centraal en Kalahari), Zuid-Amerika en het oosten van de USA.

Pest is nu relatief zeldzaam en kent hier en daar op gekende plaatsen nog regelmatig opstoten. Tussen 1980 en 1994 werden er bij de WHO nog ongeveer 18.700 gevallen van pest aangegeven. De laatste epidemie die de wereld even de adem deed inhouden was in 1994 in Indië. In twee staten Maharastha en Gujarat was de pest uitgebroken. Door de lokale en wereldwijde overdreven mediabe-richtgeving werd alles wat uit Indië kwam in quarantaine gesteld. De Indische overheid greep snel en vakkundig in met uitdeling van tetracyclines en door ontrating.

Door het snelle maritieme verkeer, de dichte bevolking in de havens, door de groeiende handel en de agressie van de pest (vooral longenpest) zien we een echte verspreiding van de pest over alle continenten. De reactie van de gezondheidsinstellingen in de verschillende landen wordt sneller en doelgerichter door zich toe te spitsen op de preventie. De schepen worden „ratproofing” gebouwd sinds de Tweede Wereldoorlog. Het certificaat van „rattenvrij” schip wordt van alle schepen vereist. De opvang van pestlijders gebeurt correct en snel omdat men de transmissie en de ziektekiem kent.

Dr. Alexander Emile Jean Yersin, gesteund door het Institut Pasteur te Parijs, vond bijna samen met dr. Kitasato, leerling van dr. Koch, de pestbacil rond 1894.³⁷ Dr. Kitasato beschreef ook de pestbacil maar trok de verkeerde conclusies. De bacil kreeg de naam *pasteurella pestis* en als eerbewijs aan Yersin : *yersinia pestis*. Sinds die tijd werd de genus *yersinia* verder ontleed en nu spreekt men van zeven subspecies waarvan drie pathogeen zijn voor de mens : *yersinia pestis*, *yersinia pseudotuberculosis* en *yersinia enterocolitica*. Deze stammen zijn nog steeds metabool in ontwikkeling met aanpassing aan hun wisselende omgeving ; zo werd in 1995 in Madagascarij een multiresistente stam gevonden die niet meer kan worden behandeld met de klassieke medicatie ; wat ons voor zeer ernstige problemen kan stellen de volgende decennia.

Dr Paul Louis Simond heeft de eer de transmissie of de overdracht van de pest op de mens ontdekt te hebben in 1893. Hij bevond zich in de Golf van Tonkin in China toen er weer een hevige epidemie van pest uitbrak. Terwijl pneumonische of longenpest rechtstreeks van mens tot mens kan overgebracht worden door ingeademde partikels, wordt de bubonische of builenpest overgebracht door een vlo van het genus : *Xenopsylla Cheopis*, *Xenopsylla Astia* en *Xenopsylla Braziliensis*. In juni 1898 bewees Simond dat de pestbacil in de ingewanden van de vlo aanwezig was en zo door hun beet langs het speeksel van de vlo bij de bloedmaaltijd, de pestbacil in de gastheer kon terecht komen. Nu de schakel in de overdracht was gekend kon men betere maatregelen uitwerken voor de preventie, dit juist op een ogenblik rond 1900 dat de wereldhandel met de stoomvaart geweldige uitbreiding nam.

De rat haar rol als tussengastheer was reeds lang gekend naast andere knaagdieren zoals de marmot in China en Mongolië. De twee meest gekende soorten onder de ratten waren de *rattus rattus* of zwarte rat of scheepsrat ; ook de huisrat genoemd en dicht bij de mens levend. De andere rat is de *rattus norvegicus*, de bruine rat, rioolrat of Noorse rat, met relatief weinig last voor de mens. Allebei flink grote ratten die eeuwenlang de gezellen waren van de scheepsbemanningen en gezien de minieme of totaal ontbrekende hygiëne aan boord zeer nauw bij het leven van de zeeman betrokken waren ; voeding, kombuis en slaapgelegenheden.

37. Cox (1996), p. 47.

Opmerkelijk is dat het pestvaccin dat relatief snel gevonden werd in 1897 door een Russisch microbioloog W. Hafkine, nooit een grote verspreiding heeft gekend. Er was een dood en een levend vaccin. Het nadeel van het levend vaccin was dat het ter plaatse moest bereid worden. Het dode vaccin moest in twee inspuitingen gegeven worden en was slechts doeltreffend één week na de tweede spuit. Gezien de korte incubatietijd was dit een groot nadeel ; daarbij kwam de korte duur van bescherming nl. ongeveer vier maanden.

Een vaccinatie wordt wel aangeraden of valt te bespreken voor mensen die lange tijd in landelijke omstandigheden gaan leven in Laos, Cambodja of Vietnam.

Wat wel een groot succes werd in de strijd tegen de verspreiding van de pest was de chimioprofylaxie, met name het dagelijks innemen van medicatie : de sulfamiden. Later werd de strijd helemaal gewonnen met de behandeling van de pestlijders door de goedkopere tetracyclinen en doxycyclinen.

Ziekteproces van de pest

De pestbacil zal meestal na verloop van tijd de rat doden zodat de vlo een andere gastheer dient op te zoeken. Ze heeft een warmbloedige gastheer nodig en doordat ze thermotactiel is komt ze zo bij de mens terecht. De vlooiën echter houden niet van te hoge temperaturen en wanneer hun gastheer koortsig of ziek wordt met een temperatuur hoger dan 38° Celsius verlaten ze hun gastheer. Dit heeft grote epidemiologische gevolgen door het massaal vrijkomen van besmette vlooiën bij rattensterfte en de voortdurende transmissie van zieke mensen naar gezonde mensen (hetzelfde gebeurt bij honden en katten). De longenpest wordt overgebracht door besmette druppeltjes bij het ophoesten. Een patiënt met builenpest kan longenpest ontwikkelen in een later stadium.³⁸

Builenpest. Bubonische pest

Wanneer de gezonde mens wordt gebeten door een vlo besmet met yersinia pestis zal de incubatie tussen 2 en 7 dagen zijn. De patiënt wordt zeer snel ziek met hoge temperatuur, bloeddrukval en hevige hoofdpijn. De lymfeklieren die de inoculatieplaats van het insect draineren beginnen te zwellen en zijn zeer pijnlijk. In 70 % zijn dit de liesstreken maar ook hals- en okselklieren kunnen ontsteken. Deze zwelling noemt men bubo. Deze bubo's breken open en draineren een vuile stinkende zwarte etter. De toestand van de patiënt verslechtert snel met milt- en leververgroting. De bubonische pest heeft een grote mortaliteit van 50 tot 90%. Met correct en snel te behandelen ligt de mortaliteit rond de 1 à 2%.

38. VANDENENDE (1999).

Pneumonische pest. Longenpest

Door uitzaaiing langs het bloed kan bubonische pest in de longen terechtkomen met zware longontsteking tot gevolg. De pestbacil woekert verder in het longweefsel en bij het ophoesten van het sputum, dikwijls met bloed, kan een ander mens direct door inhalatie van de besmette partikels besmet worden met de pest. Het ziekteproces verloopt zeer snel naar een dodelijke pneumonie met bijna 100 % mortaliteit in enkele dagen tijd.

Pestsepticemie

De uitzaaiing langs het bloed gebeurt zo snel dat de lymfeklieren geen tijd hebben om te zwellen. De algemene toestand verslecht snel en de patiënt overlijdt op enkele dagen. Enkele gevallen zijn gekend van snel overlijden aan de pest van zeelui aan boord van schepen afgemeerd in Bombay.

Bij de behandeling dient men een patiënt strikt te isoleren gedurende 2 à 3 dagen in zijn kamer of kajuit. Denkt men aan de pest, dan moet men jacht maken op de ratten en zichzelf en de bemanning beschermen met medicatie. Zeer actief is nog steeds streptomycine, maar aan boord zal men eerder tetracycline of doxycycline gebruiken. De bloeddrukval vangt men op door een infuus intraveneus aan te leggen ; aan boord niet altijd aanwezig of efficiënt toe te passen. De behandeling dient lang voortgezet te worden zoniet is er gevaar voor meningeale uitzaaiing van de bubonische pest. Contactpersonen of een bemanning moeten preventief met tetracycline of doxycycline 7 à 10 dagen behandeld worden. Toch dreigt het gevaar van resistentie aan tetracycline, gekend door de pestepidemie in Madagascari in 1995.³⁹ Bij de rattenbestrijding kan men een beroep doen op de diensten van de rattenverdelgers in iedere haven. De producten door deze diensten gebruikt zijn echter zeer toxisch en moeten deskundig gebruikt worden, temeer daar ratten zeer sociaal en intelligent zijn en giftig lokaas leren te vermijden en deze kennis kunnen doorgeven aan andere ratten.

Bij de rattenbestrijding en het ontvlooien met insecticiden dient de bemanning een masker, wegwerpkledij en handschoenen te dragen. Bij het afmeren in verdachte havens dient men steeds te zorgen voor het efficiënt plaatsen van de rattenschilden op de trossen en de gangway op te hogen t.o.v. de kade, zodat de ratten niet aan boord kunnen komen. Eventueel een wacht bij de gangway plaatsen.⁴⁰

Bij de vaststelling van pest aan boord of slechts het vermoeden ervan dient men volgende regels in acht te nemen :

- De gezondheidsdiensten van de eerstvolgende haven verwittigen.
- De bemanning onmiddellijk medicatie toedienen : sulfamiden, tetracycline of doxycycline.

39. GALMAND en anderen (1997).

40. Zie afbeelding op pagina 76

- De rattenbestrijding organiseren en beschermende kledij verschaffen.
- De strijd met insecticiden tegen de vlooiën overwegen.
- De patiënt isoleren en correct behandelen. De patiënt zijn bagage en klederen goed ontvlooiën met insecticiden zodat hij geen nieuwe bron van pest kan worden voor de anderen aan boord.
- De verzorger van de patiënt zeer goed isoleren, vooral in geval van pneumonische pest.
- Radiomedisch advies aanvragen.

Ook dient men direct met de bemanning de toestand te bespreken en de reder te verwittigen die in de volgende haven reeds de gepaste administratieve en medische maatregelen kan bespreken met de lokale gezondheidsdiensten.

BESLUIT

In deze bijdrage hebben we getracht het oorzakelijk verband aan te duiden tussen de verspreiding van de quarantaine ziekten en de maritieme wereld. De bedoeling was niet om een exclusief historisch verhaal of medisch verslag op te stellen.

Het begrip, de administratieve en medische inhoud van het woord quarantaine blijven meer dan ooit actueel daar we nu zelfs quarantaine instellen voor astronauten die van de maan of uit de ruimte op aarde terugkeren ; zij worden verscheidene dagen geïsoleerd in speciale cellen van de Amerikaanse lanceerbasissen.

De mens zal steeds als levend wezen gevoelig blijven aan allerlei kiemen die hij of zij niet kan verwerken in zijn immunologisch afweersysteem. De bedreiging van vele kiemen blijft en kan zelfs toenemen tijdens het derde millennium. Ziekten als aids, ebola, Lhassa virus, multiresistente TBC enz. moeten ons steeds zeer alert doen reageren op de minste verandering in hun epidemiologisch patroon. Moet men quarantaine gaan instellen tegen aids-lijdende of lijdende aan multiresistente TBC ? De geneeskunde en de internationale gemeenschap zullen hier duidelijke standpunten moeten innemen en middelen bestuderen om nieuwe pandemieën te voorkomen, zodat de gesel van de oude quarantaine ziekten zich niet herhaalt.

BIBLIOGRAFIE

- COX, F. E. S. (ed.), *Illustrated history of Tropical Diseases*, Londen : The Wellcome Trust, 1996.
- CORNIL, F., *Les maladies quaranténaires* (onuitgegeven licentieaatsverhandeling Hogere Zeevaartschool Antwerpen, 1995).

- EYNIKEL, H., *Het zieke paradijs. De biografie van Damiaan*, Antwerpen, 1993.
- FEMME GAASTRA, S., *De geschiedenis van de VOC*, Zutphen : Walburg pers, 1991.
- GALMAND, M., GUIYOULE, A., GERBAUD, G., RASOAMANA, B., CHANTEAU, CARNIEL, E. en COURVALIN, P., 'Multidrug Resistance in Yersinia Pestis Mediated by a Transferable Plasmid', *New England Journal of Medicine* (1997), 337, pp. 677-680.
- International Code of Signals*, IMO : International Maritime Organisation, Londen 1987.
- JANSSSENS, P. G., KIVITS, M., VUYLSTEKE, J., *Médecine et hygiène en Afrique Centrale de 1885 à nos jours*, Volume II, Brussel : Boudenwijstichting, 1992.
- LEUFTINK, A. E., *Harde heelmeeesters, Zeelieden en hun dokters in de 18de eeuw*, Zutphen : Walburg pers, 1991.
- LUBSEN, N., JULBING, N., *Geneeskundig gids voor schepen*, Bonn, Utrecht : Scheltema en Holkema, 1977.
- LYONS, A. S., PETRUCCELLI, R. J., et alii, *Geschiedenis van de geneeskunde* (oorspronkelijke titel : *An illustrated History of Medicine* transl. H. N. Abrams), Antwerpen 1981.
- MOLLARET, H., *La Peste*, 1972.
- MOUTON, P., '1720 : la Grande peste de Marseille', *Chasse-Marée, Histoire et ethnographie maritimes*, n° 125, pp. 28-41.
- SIMONS, L., SOMERS, M., VAN RUYSSSEVELT, *Hendrik Conscience of de Vlaamse wedergeboorte*, Brussel : Kredietbank, 1983.
- STÜTTGEN, G., PARISH, L. C., 'Requiem for smallpox', *International Journal of Dermatology* (october 1990).
- THOEN E. EN DEVOS, I., 'Pest : sociaal-economische context', *De pest in de Nederlanden : medisch-historische beschouwingen 650 jaar na de zwarte dood*, Brussel : Koninklijke Academie voor Geneeskunde, 1998.
- VAN CLEEMPOEL, R., *Quarantaine en quarantaineziekten*, Antwerpen, 1996.
- VANDENENDEN, E., *Tropische Ziekten*, Antwerpen : Tropisch Instituut, 1999.
- WHO World Health Organization, *International Health Regulations 1969*, Genève, derde herwerkte versie 1983.

ABSTRACT

The History of Quarantaine

The history of quarantaine as a precaution to protect society started in Ragusa, today's Dubrovnik in 1377. An incoming ship had to stay away from the shore for 40 days in order to guarantee that there was no pest on board.

Quarantaine is a period of 40 days set by port authorities in which no person, animals or goods that have been in contact with infected patients who may suffer from a contagious disease, or coming from a region where contagious diseases, either endemic or epidemic, are present.

The quarantaine precaution is so efficient that the *World Health Organisation* set it as standard rule for all continents for diseases like pest, cholera, yellow fever and smallpox. Smallpox, as a disease, was exterminated in 1979, being considered as a triumph for a global vaccination policy. In the meantime, however, other diseases emerged that threaten society: Ebola, Aids, multi-resistant TBC, and especially the dangerous variants of flue, such as SARS (severe acute respiratory syndrome) which killed several hundreds in Asia. Quarantaine, again, proved to be the most efficient method for prevention.

The isolation of men, animals and goods will remain the necessary prevention method to protect mankind against diseases that may threaten us like in the middle ages when the method was first used.

GENEESHEREN RAPPORTEREN.
ZIEKTE EN HYGIËNE AAN BOORD VAN HET
BELGISCHE MARINESCHIP *LOUISE-MARIE*,
1847-1856

DOOR

Yves SEGERS

„On ne s'acclimate pas à la côte d'Afrique ; on
n'y vit pas, on y meurt plus ou moins rapidement”,
Marine-geneesheer A. Fichet, 1852.

Omstreeks 1845 kwam het jonge koninkrijk België bijna per toeval in contact met een nog onbekend stukje West-Afrika : de streek rond de Rio-Nunez rivier. De handelsmogelijkheden waren veelbelovend in de regio. Belgische kooplieden bouwden er met veel inspanningen een pril netwerk van handelsrelaties uit. Stammentwisten en de zeer slechte gezondheidssituatie hypothekeerden echter een verdere groei van de contacten. Om een oogje in het zeil te houden, en op verzoek van de Belgische handelaars ter plaatse, stuurde de Belgische overheid in een tijdsbestek van goed tien jaar achtmaal een oorlogsschip naar de regio. De schoener *Louise-Marie*, die zeven reizen ondernam, verkende niet alleen de Rio Nunez, maar bezocht daarnaast het West-Afrikaanse kustgebied tussen de Rio Gambia en Sierra Leone.¹ Deze expedities werden in het verleden reeds vanuit diverse invalshoeken bestudeerd. Zowel het militair als het politiek en commercieel belang kwamen reeds uitvoerig aan bod. Het medisch aspect daarentegen bleef tot op heden onderbelicht. Dat is nochtans verwonderlijk. De voor elke reis bewaarde medische rapporten zijn zeldzaam in

Met dank aan prof. dr. W. Peetermans en prof. em. dr. J. Vandepitte (Afdeling Inwendige Geneeskunde, K.U.Leuven) voor de nuttige opmerkingen inzake de medische aspecten en de tropische ziekten in het bijzonder. Volgende afkortingen worden in deze bijdrage gebruikt : AKLM = Archief Koninklijk Legermuseum (Brussel) ; ABMM = Archives belges de Médecine Militaire.
1. De reis van de brik *Duc de Brabant* naar de Rio Nunez regio in 1855 werd niet in aanmerking genomen, omdat het schip, vermits het op weg was naar Santo Thomas de Guatemala, slechts een beperkte periode aan de West-Afrikaanse kust verbleef. Het medisch rapport is bovendien zeer summier. F. DURAND, „Relation médico-chirurgicale de la campagne de 1854-1855 du brick Duc de Brabant” in *ABMM*, 1855, XV, 389-404.

hun genre. De marine-artsen, die instonden voor de gezondheid van de zestig koppige bemanning van de *Louise-Marie*, beschreven in deze verslagen uitvoerig het verloop van de medische situatie aan boord. Ze hadden vooral oog voor de weinig gekende, ietwat mysterieuze tropische ziekten. Daarnaast genoten ook zeeziekte, verkoudheden en de algemene medisch-hygiënische toestand aan boord hun aandacht.

In deze bijdrage, die uit vier grote delen bestaat, wordt nagegaan met welke medische problemen de artsen werden geconfronteerd en hoe ze deze perikelen concreet aanpakten. Een eerste hoofdstuk schetst bondig de context van de militaire expedities : de kortstondige aanwezigheid van een Belgische handelspost in het West-Afrikaanse binnenland. De functie van de marine-artsen wordt in het tweede hoofdstuk beschreven. Wie waren ze ? Welke verantwoordelijkheden droegen ze en wat was hun positie aan boord ? Het derde hoofdstuk bekijkt welke ziekten tijdens de verschillende expedities voorkwamen. De tropische ziekten en hun specifieke behandeling worden van naderbij bekeken in het vierde hoofdstuk. Een besluit rondt de bijdrage af.

1. Een handelspost in tropisch Afrika ²

De eerste handelscontacten tussen België en de Westkust van Afrika dateerden van het midden van de jaren 1840. Verschillende handelaars waren er actief. Pierre Vincent, een olieslager uit Gent, voerde vanaf mei 1844 rechtstreeks pindanoten in uit Sierra Leone en later uit Gambia. Een jaar later beschikte hij reeds over een eigen handelsvloot : de drie schepen voeren minstens tweemaal per jaar naar de regio. Andere handelaars, zoals de Antwerpse koopman H. Serigiers, volgden spoedig zijn voorbeeld en waren met evenveel succes nog zuidelijker actief, tot voorbij de Golf van Guinea.

Een centrale rol in het Rio-Nunez verhaal was evenwel weggelegd voor de van Marseille naar Antwerpen uitgeweken aardnotenhandelaar Abraham Cohen. Samen met graanhandelaar Jacques Sigrist organiseerde hij in 1845-1847 twee geslaagde expedities naar de Afrikaanse Westkust, onder meer naar Bathurst en Gorée. Na zijn terugkeer nam Cohen contact op met het Ministerie van Buitenlandse Zaken. Hij stelde voor een Belgische handelspost te vestigen langs de oevers van de Rio-Nunez, teneinde de tussenkomst van Engelse en Franse handelaars overbodig te maken. De Belgische kooplui zouden zich op deze manier

2. Deze paragraaf steunt hoofdzakelijk op J. EVERAERT en C. DE WILDE, „Pindanoten voor de ontluikende industriële revolutie. Een alternatieve kijk op de Belgische commerciële expansie in West-Afrika (1844-1861)”, in *Mededelingen van de Koninklijke Academie voor overzeese Wetenschappen*, 37, 1992, 317-348 ; R. MASSINON, „L'entreprise du Rio Nunez”, in *Expansion belge - Belgische expansie*. Brussel, 1965, 311-360 en L. LECONTE, *Les ancêtres de notre force navale*. Brussel, 1952, 161-259.

tegen een goedkopere prijs aardnoten- en palmolie kunnen aanschaffen. Bovendien konden zo de beperkingen op de invoer van Belgische producten, ingesteld door de Franse en Britse handelsnederzettingen, worden omzeild. De overheid en koning Leopold I waren het plan gunstig gestemd. Kapitein Van Haverbeke, gezagvoerder van de schoener *Louise-Marie*, kreeg in december 1847 de opdracht een inspectietocht uit te voeren langs de West-Afrikaanse kust. Het rapport dat hij opstelde over de commerciële mogelijkheden was zeer positief. Boké, waar Cohen een handelsnederzetting wenste op te richten, lag aan het einde van het bevaarbare gedeelte van de Rio-Nunez. Het stadje fungeerde als ontmoetingsplaats voor de karavanen die handelsgoederen uit het binnenland brachten vanuit het Fouta Djallon-massief en de handelaars die Europese producten verkochten. De regio vormde voor de Belgische kooplieden een nieuw afzetgebied voor allerlei ijzerwaren, katoenen stoffen en vuurwapens. In ruil ontvingen ze palm- en aardnoten, ivoor, gom, was, koffie, goudstof, sesamkruid, enz. De handel bracht er naar verluid brutowinsten op tot 50 procent en meer. Van Haverbeke sloot op 4 maart 1848 een pachtcontract af met Lamina, koning van de Nalous. De Belgen verwierven voor een jaarlijks bedrag van 5000 BEF de soevereiniteit over een zestig kilometer lang gebied dat zich uitstreckte van Victoria tot Ropass, langs beide oevers van de Rio-Nunez.

Het Belgisch parlement was nochtans niet opgezet met het door Van Haverbeke afgesloten contract. Niemand twijfelde aan de zeer gunstige handelsmogelijkheden. Het waren de medische omstandigheden die vragen deden rijzen. De Brugse volksvertegenwoordiger De Foere vroeg zich op 10 november 1848 in de Kamer af: „Il paraît que le gouvernement s'est décidé à faire l'acquisition d'un terrain situé sur la côte occidentale d'Afrique, au 15e degré, c'est-à-dire sous les tropiques. Je demanderai si, réellement, on a l'intention d'envoyer de malheureux Belges chercher la mort sur cette terre pestilentielle?”³

De interpellatie van De Foere was nochtans begrijpelijk. De Westkust van Afrika genoot sinds eeuwen een kwalijke reputatie.⁴ De mortaliteit bij de blanken die langs de kust woonden, was groot. Een statistiek van het Britse leger becijferde de mortaliteitsgraad in Sierra Leona omstreeks 1850 op 483 per 1000 blanken. Het sterftecijfer langs de Sénégal bedroeg zelfs 1 op 2. Het medische rapport opgesteld tijdens de eerste expeditie van de *Louise-Marie* onderstreepte bovenstaand negatief beeld. Marine-arts Félicien-Joseph Durant beklemtoonde aan zijn oversten in Brussel dat Europeanen zeer veel moeite hadden met het

3. L. LECONTE, *op.cit.*, 161-167.

4. Zie hierover onder meer J.D. ALSOP, „Sea surgeons, health and England's maritime expansion: The West African trade, 1553-1660”, in *The Mariner's Mirror*, 1995; P.E.H. HAIR, „The experience of the sixteenth-century English voyages to Guinea”, in *The Mariner's Mirror*, 1997, 1, 3-13; C. SCHYNS, „Quelques aperçus «médicaux» de la pénétration européenne en Afrique au sud du Sahara depuis le xv^e siècle jusqu'au début du xx^e siècle”, in *Mededelingen van de Koninklijke Academie voor overzeese Wetenschappen*, 1985, 3, 333-348.

klimaat van de West-Afrikaanse kust en het nabije binnenland. De problemen waren van velerlei aard. De streek van de Rio-Nunez kende grote temperatuurschommelingen. Overdag klom het kwik tot 35/37°C in de schaduw, 's avonds koelde het er af tot minder dan 20°C.⁵ Een inlandse wind, „l'armatan” genaamd en afkomstig van de woestijn, had een nefaste invloed op het gestel en de gemoedstoestand van zowel Europeanen als inboorlingen. Verder wees Durant als potentiële ziektehaarden op de grote rivieren, waarin allerlei rottende planten- en dierenresten dreven. Het regenseizoen, dat liep van begin mei tot begin oktober, was volgens hem absoluut te vermijden. Overvloedige regenval, hevige onweren en de vochtige hitte ondermijnden de gezondheid van elke blanke. Bovendien was zuiver drinkwater er zeer moeilijk te vinden.⁶

Ondanks de waarschuwingen van dokter Durant aanvaardde de Belgische overheid op 27 december 1848 het verdrag. Een dag later reeds vertrok de *Louise-Marie* opnieuw naar Afrika. Deze tweede reis verliep niet zonder incidenten. De Nalous, waarmee de Belgen een concessie hadden afgesloten, waren in een gewapend conflict geraakt met de Landoumas, een naburige stam. Wanneer deze Landoumas de Europeanen die in de streek verbleven aanvielen (en zelfs gevangen namen), besloot kapitein Van Haverbeke in actie te treden samen met de Franse fregatkapitein de la Tocnaye. Ze ondernamen een expeditie naar het hoofdkwartier van Mayoré, het stamhoofd van de Landoumas. Tijdens de hevige gevechten op en rond de rivier werden drie Franse soldaten gedood. Meerdere Belgische en Franse zeelui raakten gewond.⁷ Niettemin haalde de Frans-Belgische strijdkracht de bovenhand. De Landoumas hoofdstad werd veroverd en in de as gelegd. Kapitein Van Haverbeke stelde bij de Landoumas een nieuwe chef aan, die België een ruimer handelsgebied tot aan Boké bezorgde. Hij verzekerde bovendien een vrije doorvaart op de Rio-Nunez voor alle Belgische koopvaardijschepen.⁸ Het zag er naar uit dat de handelscontacten opnieuw zouden floreren.

5. DURANT, „Relation d'un voyage sur la côte occidentale de l'Afrique”, in *ABMM*, II, 1848, 198-199. Tijdens de derde expeditie steeg de temperatuur in de schaduw tot 38°C. In de zon klom het kwik tot meer dan 50°C. CELARIER, „Rapport médical sur la 3e campagne de la Louise-Marie à la côte occidentale d'Afrique (1850)”, in *ABMM*, 1850, VI, 7.

6. DURANT, „Relation d'un voyage sur la côte occidentale de l'Afrique”, in *ABMM*, 1848, II, 198-205. Ficheft zag de situatie nog zwartgalliger in, „On ne s'acclimate pas à la côte d'Afrique ; on n'y vit pas, on y meurt plus ou moins rapidement”, FICHEFET, „Relation médico-chirurgicale de la quatrième expédition, faite par la goélette de l'Etat, Louise-Marie, à la côte occidentale d'Afrique”, in *ABMM*, 1852, X, 290 ; C. CELARIER, „Notes sur le Rio-Nunez : topographie, météorologie, histoire naturelle et matière médicale, pathologie, hygiène générale”, in *ABMM*, 1850, VI, 89-90.

7. Voor een gedetailleerd verslag over de Belgische en Franse gewonden en het verloop van hun herstelproces, zie DURANT, „Relation médico-chirurgicale de la seconde expédition...”, 84-98 ; AKLM, Fonds Marine, nrs. II 219-222.

8. Over deze Frans-Belgische expeditie werden in het verleden heel wat heroïsche, patriottistische bijdragen gepubliceerd. De voornaamste zijn : T. DU COLOMBIER, „Une expédition franco-belge en Guinée : la campagne de la goélette de guerre La Louise-Marie dans la colonie belge du Rio Nunez

De gespannen verhouding tussen de Landoumas en de Nalous, deze laatste gesteund door de Belgen, bleef evenwel voortduren. De streek bleef voor blanken relatief onveilig. De opeenvolgende, korte verblijven van de Belgische oorlogsschepen *Louise-Marie* en *Duc de Brabant* (zie tabel 1) boden weinig soelaas. De kooplieden en de handelskaravanen weken vanaf het begin van de jaren 1850 definitief uit naar het Britse Sierra Leone. De aanwezigheid van een Belgische handelspost was trouwens vanaf dat ogenblik veel minder noodzakelijk. De Franse regering gaf in 1851 Gorée het statuut van vrijhaven. Het Brits-Belgische handelsverdrag van datzelfde jaar stelde de voorwaarden inzake de invoer van Belgische handelsproducten in de regio Sierra Leone en Gambia op gelijke voet met de Engelse. Onder druk van het parlement beëindigde de Belgische regering het verdrag met Lamina in 1856. Frankrijk bleef wel geïnteresseerd in de regio. Via onderhandelingen met de inheemse stamhoofden verwierf het uitgestrekte gebieden, die de bakermat vormden van de latere kolonie Guinea.⁹

TABEL 1. — Belgische expedities naar West-Afrika, 1847-1856

schip	kapitein	geneesheer	reisdata
1) <i>Louise-Marie</i>	Van Haverbeke	Durant	17/12/1847 tot 14/05/1848 (121)
2) <i>Louise-Marie</i>	Van Haverbeke	Durant	28/12/1848 tot 18/06/1849 (173)
3) <i>Louise-Marie</i>	Van Haverbeke	Célarier	24/02/1850 tot 3/06/1850 (102)
4) <i>Louise-Marie</i>	Van Haverbeke	Fichefet	31/12/1851 tot 15/06/1852 (167)
5) <i>Louise-Marie</i>	Petit	Fichefet	30/12/1852 tot 8/06/1853 (161)
6) <i>Louise-Marie</i>	Van Haverbeke	Fichefet	20/11/1853 tot 20/06/1854 (213)
7) <i>Duc de Brabant</i>	Petit	Durant	1855 ¹⁰
8) <i>Louise-Marie</i>	Van Haverbeke	Célarier	2/04/1856 tot 14/09/1856 (166)

Bron : F. DURANT, „Relation d'un voyage sur la côte occidentale de l'Afrique”, in *ABMM*, 1848, II, 202 ; F. DURANT, „Relation médico-chirurgicale de la seconde expédition de la *Louise-Marie* à la côte occidentale d'Afrique”, in *ABMM*, 1849, IV, 81 ; C. CELARIER, „Rapport médical sur la 3e campagne de la *Louise-Marie* à la côte occidentale d'Afrique (1850), in *ABMM*, 1850, VI, 8 ; A. FICHEFET, „Relation médico-chirurgicale de la quatrième expédition, faite par la goelette de l'Etat, *Louise-Marie*, à la côte occidentale d'Afrique”, in *ABMM*, 1852, X, 291 ; A. FICHEFET, „Compte rendu médico-chirurgical de la 5e expédition faite par la *Louise-Marie*, à la côte occidentale d'Afrique”, in *ABMM*, 1853, XII, 251-252 ; C. CELARIER, „Rapport médico-chirurgical sur le septième voyage de la *Louise-Marie* à la côte occidentale d'Afrique”, in *ABMM*, 1856, XVIII, 202.

(1849)” in *Bulletin du Société belge d'Et. coloniale*, 178-210 en C. MAROY, *La colonie belge du Rio Nunez et l'expédition franco-belge de Boké en 1849*. Antwerpen, 1930.

9. H. ANRYS e.a., *De zeemacht. Van de admiraliteit van Vlaanderen tot de Belgische Zeemacht*. Tielt, 1992, 112-113.

10. De *Duc de Brabant*, vertrokken op 12 december 1854 in Antwerpen, verbleef slechts een tweetal weken langs de Afrikaanse kust en op de Rio-Nunez rivier (circa 29 januari tot 9 februari 1855). F. DURAND, „Relation médico-chirurgicale de la campagne de 1854-1855 du brick *Duc de Brabant*”, 389-390.

2. Rol en functie van de scheepsartsen

De Afrikaanse Westkust was een ongezonde omgeving. Europeanen hadden de grootste moeite om zich aan het – letterlijk moordende – klimaat aan te passen. De slaagkansen van een expeditie naar een dergelijke regio waren in belangrijke mate afhankelijk van de gezondheidstoestand aan boord en van de eruditie van de meereizende scheepsarts. Het uit 1832 daterende reglement van de Belgische marine schreef voor dat alle grote eenheden – zoals de brigantijnen *Le Congrès* en *Les Quatres Journées*, en later de brik *Duc de Brabant* en de schoener *Louise-Marie* – een universitair geschoolde geneesheer aan boord moesten hebben. De marine was zowat overal de eerste om alleen universitair geschoolden (doctores) toe te laten als scheepsarts. Tot diep in de negentiende eeuw voer op koopvaardijschepen slechts zelden een geschoolde arts mee. Aan boord van kleine schepen nam doorgaans de kapitein deze taak op zich.¹¹

De taak van de marineartsen ving reeds aan voor het vertrek. Vanuit preventief oogpunt ondergingen alle bemanningsleden voor elke afvaart een grondige medische keuring. Wie ziek was of als te zwak werd beoordeeld, moest aan wal blijven. De staf en de matrozen van de *Louise-Marie* verkeerden dan ook in een goede conditie bij de aanvang van elke expeditie.¹² Maar ondanks deze goede voorzorgen hadden sommige bemanningsleden reeds vanaf de eerste dagen op zee af te rekenen met gezondheidsproblemen. Ongevallen kwamen frequent voor, en de weersomstandigheden konden op het Kanaal zeer slecht zijn. De scheepsarts, die werd geassisteerd door een matroos-verpleger, ontving de zieken tijdens de Afrika-reizen tweemaal per dag. De *Louise-Marie* bezat hiertoe een afzonderlijke ruimte, ingericht als consultatiekamer annex ziekenboeg. Het was een kleine ruimte onderdeks, die nauwelijks verlucht kon worden. Gedurende het verblijf in het Afrikaanse binnenland werden de (soms talrijke) zieken noodgedwongen verspreid over andere, beter verluchte plaatsen van het schip. Sommige zieken verbleven zelfs aan dek, waar zeilen hen beschermden tegen de hitte van de dag en de vochtigheid van de nacht.¹³

11. J. ODERWALD, „Zorg voor de gezondheid aan boord van zeilschepen in de 19de eeuw”, in *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, 5, 1940, 5-7; J.R. BRUIJN, „Zeevarenden”, in G. ASAERT (red.), *Maritieme Geschiedenis der Nederlanden*. Bussum, 1977, deel 3, 177-178.

12. Slechts één keer vertrok men met een zieke aan boord. Een matroos, die omwille van desertie lange tijd in de Antwerpse gevangenis had doorgebracht, leed kort voor de afvaart aan een chronische longontsteking. Zijn toestand verslechterde aan boord zeer snel. De dag na het vertrek uit Antwerpen werd hij in Doel van boord gezet en overgebracht naar het militair hospitaal in Berchem (FICHEFET, „Compte-rendu médico-chirurgical de la campagne faite par la Louise-Marie à la cote occidentale d’Afrique, de 1853 à 1854”, in *ABMM*, 1854, XIV, 151-152).

13. FICHEFET, „Relation médico-chirurgicale de la quatrième expédition, faite par la goëlette de l’Etat, Louise-Marie, à la côte occidentale d’Afrique”, in *ABMM*, 1852, X, 295. De Louise-Marie was in 1839 op de scheepswerf van P. Van Gheluwe (Brugge) gebouwd in opdracht van een onderneming die voornamelijk fruit verscheepte. Deze bouwheer weigerde het schip omwille van een vermeende constructiefout. Begin april 1840 kocht de overheid de schoener aan en werd het

Naast het verzorgen van de bemanning (waarover later meer) was de marine-arts ook verantwoordelijk voor een aantal andere zaken. Hij vervulde onder meer enkele administratieve opdrachten. Hij hield in een register nauwgezet bij wie ziek was, hoe de ziekte evolueerde, welke medicijnen en levensmiddelen werden verstrekt, enz. De scheepsarts was bovendien verplicht om van elke reis een uitgebreid medisch rapport over te maken aan de inspecteur-generaal van de gezondheidsdienst van het leger en aan het Ministerie van Buitenlandse Zaken.¹⁴

Daarnaast waren de geneesheren, samen met de „maître d'équipage”, verantwoordelijk voor het inslaan en optimaal bewaren van de levensmiddelen.¹⁵ De gezondheidssituatie aan boord werd in belangrijke mate bepaald door de aanwezigheid van voldoende gezonde en verse voeding. De arbeid op zee was immers zeer zwaar. De bemanning had nood aan voldoende calorieën. Het is dan ook vanuit medisch oogpunt interessant om even stil te staan bij de voedingssituatie aan boord van de *Louise-Marie*.¹⁶ Het marinereglement beschreef minutieus het wekelijks rantsoen van de matrozen. Wat de officieren aten is niet gekend. Zij ontvingen maandelijks een bedrag om hun eten zelf aan te kopen. Hoogstwaarschijnlijk aten ze meer en beter.¹⁷ Het rantsoen van de matrozen was afhankelijk van de bevoorradingsmogelijkheden : er was een menu voor op zee en één voor aan wal. De primitieve conserveringsmethoden maakten dat op zee de voeding minder gevarieerd was. Scheepsbeskuit, dat veel koolhydraten bevat, verving brood en kaas. Gezouten en gerookt vlees zorgden in de plaats van vers vlees voor de nodige eiwitten. Het rantsoen erwten, sinds eeuwen typische zeemans-

bewapend met caronades van 6 en 12. Het had een lengte van 25 meter, was zes à zeven meter breed „au maître ban” en had een waterverplaatsing van twaalf voet. L. LECONTE, *op.cit.*, 84-85.

14. Een aantal van deze rapporten worden bewaard in het Koninklijk Legermuseum te Brussel, zie bijvoorbeeld AKLM, Fonds Marine, nr. II 214 (eerste reis) en nr. II 213 (tweede reis). P. Lefèvre publiceerde ze integraal (zonder veel commentaar/interpretatie) als P. LEFEVRE, „Les voyages de la marine royale belge au Sénégal, en Gambie et en Basse Guinée. Récits des médecins qui accompagnèrent les navires de guerre belges *Louise-Marie* et *Duc de Brabant* (1847-1856) dans le cadre de la tentative de colonisation au Rio Nunez”, in *Belgisch Tijdschrift voor Militaire Geschiedenis/Revue belge d'Histoire militaire*, XXII-7, 1978, 559-582 ; XXII-8, 1978, 647-668 ; XXIII-1, 1979, 39-64 ; XXIII-2, 1979, 137-148.

15. *Arrêté portant règlement pour la Marine*, art. 6.

16. Over het voedselverbruik aan boord van zeeschepen zie o.a. C. KONINCKX, „Voeding op zee in de 18de eeuw. Een kwantitatief en vergelijkend onderzoek”, in *Mededelingen van de Marine Academie van België*, 1978-1979, XXV, 1-32 ; C. KONINCKX, „L'alimentation et la pathologie des déficiences alimentaires dans la navigation au long cours au XVIII^e siècle”, in *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 30, 1989, 109-138 ; A.-L. MATALAS en L.E. GRIVETTI, „The diet of nineteenth-century Greek sailors : an analysis of the log of the *Konstantinos*”, in *Food and Foodways*, 4, 1994, 353-389.

17. De officieren kregen tijdens zeereizen een maandelijks vergoeding van 60 BEF, aspirant-officieren ontvingen 45 BEF. Wanneer de zeelui lange reizen ondernamen naar Noord of Zuid-Amerika, Afrika of de Indische Oceaan steeg de maandbijdrage respectievelijk met 50 en 25 BEF. *Exposé de la situation du Royaume 1841-1850*. Brussel, 1852, II, 663.

kost, was op zee veel uitgebreider en werd vooral opgediend onder de vorm van soep.¹⁸

TABEL 2. — Wekelijks rantsoen Belgische Marine, 1845-1855

product	aan wal	op zee
gort	1.95 kg	1.75 kg
vers vlees	2 kg	-
gezouten vlees	-	1 kg
gerookt spek	0.45 kg	0.75 kg
erwten	0.6kg	0.9 kg
kapucijners	0.5kg	1 kg
witte bonen	-	0.74 kg
groenten	36 centimes	-
vers brood	3 kg	-
beschuit	-	3 kg
boter	0.25 kg	0.25 kg
kaas	0.5 kg	-
zout	0.12 kg	0.12 kg
peper	0.06 kg	0.06 kg
mosterd	0.06 kg	0.06 kg
jenever	0.56 l	0.56 l
azijn	0.28 l	0.28 l

Bron : *Arrêté portant règlement pour la Marine*, artikels 97-99 ; *Exposé de la situation du Royaume 1841-1850*, 662-663 ; E. DUCPÉTIAUX, „Budgets économiques des classes ouvrières en Belgique”, in *Bulletin de la Commission Centrale de Statistique*, 1855, VI, 408.

De scheepsartsen trachtten het voedingsregime van de bemanning aan te passen aan het tropische klimaat. Vers vlees en verse groenten werden tijdens de reis zo veel mogelijk aangekocht, onder meer tijdens de tussenstop in Tenerife. Daarnaast had de *Louise-Marie* ook een beperkt aantal levende dieren aan boord. In het teruggevonden bronnenmateriaal is sprake van kippen, eenden en zelfs ossen. Gedurende het verblijf in het Afrikaanse binnenland werd de voorraad vers vlees verder aangevuld. De officieren gingen regelmatig op jacht. Ze schoten onder meer duiven en allerlei runderen. De bemanning vulde het rantsoen aan met zelfgevangen vis. In hoeverre (tropisch) fruit en andere inheemse

18. Marinereglement (30 april 1832), artikels 6 en 96-103. Dit reglement bleef van kracht tot de opheffing van de Belgische marine in 1862. Een aantal ministeriële besluiten of wetten, onder meer over de levensmiddelenvoorraad voor zieken (22 oktober 1841) en het aannemen en bevorderen van officieren van de gezondheidsdienst (10 maart 1847), vulden deze wetgeving aan. Voor een vergelijking met de voedselsituatie aan boord van de Britse Navy zie C.C. LLOYD, „Victualling of the fleet in the eighteenth and nineteenth centuries”, in J. WATT, E.J. FREEMAN en W.F. BYNUM, *Starving sailors. The influence of nutrition upon naval and maritime history*. Greenwich, 1981, 9-15.

voedselproducten op het menu verschenen, is niet duidelijk.¹⁹ Wie ziek was, kon genieten van een aangepast menu. Alle Belgische marineschepen hadden tijdens lange reizen een voorraad levensmiddelen aan boord, die uitsluitend bestemd was voor de zieken. Een afzonderlijk ministerieel besluit, daterend van 22 oktober 1841, regelde het gebruik ervan. De aangepaste voeding voor de zieke bemanningsleden bestond uit onder meer wijn, conserven met rundvlees en bouillon, siroop en suiker. Indien nodig werd er zelfs voor hen brood gemaakt met een individueel aangepaste hoeveelheid meel.²⁰

Was de voeding voldoende, het bekomen van gezond drinkwater was veel problematischer. De voorraad werd doorgaans ververst op Tenerife, maar dat was niet altijd mogelijk. Zo kon men in januari 1849 omwille van een hardnekkige zuidwestenwind onmogelijk het eiland aandoen. Noodgedwongen diende er te worden gewacht tot de aankomst in Gorée. Het water was er echter van slechte kwaliteit. Dat gold ook voor de andere bronnen langs de Afrikaanse kust. Durant noteerde hieromtrent : „Les eaux potables que l'on peut se procurer sur les divers points de la côte sont mauvaises ; elles sont, en toute saison, saumâtres et d'un goût de marais plus ou moins prononcé. C'est par exception que certaines localités offrent au pied des monticules, de petites sources d'eau limpide et d'un goût agréable”. De Belgische zeelui behandelden het water uit het Afrikaanse binnenland dan ook met enige omzichtigheid. Met behulp van een kleine distilleermachine werd het water gezuiverd, al was dokter Durant niet te spreken over de bekomen resultaten. Op zijn verzoek kreeg de bemanning thee, koffie en (af en toe) chocolademelk voorgezet, zodat het bron- en rivierwater moest worden gekookt. De bottelier deelde daarnaast geregeld een extra rantsoen wijn of grog uit.²¹

De geneesheren hadden cruciale verantwoordelijkheden aan boord. Het slagen van de expeditie en het leven van elk bemanningslid lag voor een groot deel in hun handen. Dat komt echter niet meteen tot uiting in de gage die ze kregen. Afhankelijk van zijn militaire graad verdiende een marine-arts gedurende de jaren 1840 en 1850 tussen 1470 en 3600 BEF per jaar. Ter vergelijking : een kapitein-ter-zee ontving jaarlijks 8400 BEF, een luitenant-ter-zee eerste klas en een ingenieur eerste klas 5040 BEF, een onder-ingenieur 2520 BEF.²²

19. CELARIER, „Rapport médical sur la 3^e campagne...”, 19-20 ; AKLM, Fonds Marine, nrs. II 258-260. De bemanningsleden vingen ook krokodillen. Het is onduidelijk of ze het vlees ook opaten. Jean-Eugène Godtschalck schreef in een brief aan zijn vrouw dat hij de huiden aan de zoo van Antwerpen zou schenken.

20. DURANT, „Relation médico-chirurgicale de la seconde expédition de la Louise-Marie à la côte occidentale d'Afrique”, in *ABMM*, 1849, IV, 84 ; *Exposé de la Situation du Royaume, 1841-1850*, 663.

21. DURANT, „Relation d'un voyage sur la côte occidentale de l'Afrique”, in *ABMM*, 1848, II, 199 ; CELARIER, „Rapport médical sur la 3^e campagne...”, 20.

22. *Exposé de la situation du Royaume 1841-1850*. Brussel, 1852, II, 662 en *Exposé de la situation du Royaume 1851-1860*. Brussel, 1865, II, 499. Naargelang zijn graad ontving een scheeps-

Wie waren de geneesheren die meereisden naar de West-Afrikaanse kust ? Hadden ze reeds eerder tropische gebieden bezocht ? Over welke medische kwalificaties beschikten ze ? De acht Afrika expedities werden begeleid door drie verschillende geneesheren : Félicien-Joseph Durant (drie reizen), Charles-Louis Célarier (twee reizen) en A. Fichet (drie reizen). Alledrie studeerden ze voor doctor in de geneeskunde aan de Katholieke Universiteit te Leuven. Durant behaalde naast zijn doctorstitel ook het diploma van chirurg en een kandidaatstitel in de natuur- en de wiskunde. Hoewel ze nog nooit in Afrika waren geweest, beschikten ze over voldoende maritieme ervaring. Durant had er bijna twintig jaar dienst opzitten en was scheepsarts geweest op het Belgische stoomschip *Britisch Queen*, dat een tijdlang de verbinding Antwerpen - New-York had verzorgd. Fichet voer met de brik *Duc de Brabant* minstens één keer naar Santo-Thomas de Guatemala (in de jaren 1847-1848) vooraleer hij naar het mondingsgebied van de Rio-Nunez vertrok. Ook Célarier, die enkele jaren had gewerkt bij de migratiedienst in Antwerpen, was reeds eerder in Zuid-Amerika geweest.²³

3. Ziekten en diagnose

3.1. *Medische geografie en historische pathologie*

Omstreeks het midden van de negentiende eeuw was van een wetenschappelijk georiënteerde geneeskunde nauwelijks sprake. Natuurwetenschappelijke onderzoeksmethodes stonden nog in hun kinderschoenen. De geboekte vooruitgang in de anatomie en de histopathologie was minimaal. Over de ziekteoorzaken kon men slechts weinig vertellen. Sommige artsen ontkenden zelfs dat de verschillende ziekten een eigen oorzaak hadden. De medische wereld schreef het uitbreken van ziekten doorgaans toe aan fermentatie- of rottingsprocessen in het menselijk lichaam. De patiënt werd ziek op een directe manier via besmetting (de zogenaamde contagieuze ziekten) ofwel op een indirecte wijze via kwade dampen of miasmata (de zogenaamde epidemische ziekten). De behandeling bestond hoofdzakelijk uit het verwijderen van bovenvermelde kwade stoffen uit het zieke lichaam. De artsen bestreden de ziektesymptomen met opwekkende en/of kalmerende middelen. Het zoeken naar de ziekteoorzaken op basis van een wetenschappelijke methode zou pas vanaf de tweede helft van de negentiende eeuw langzaam ingang vinden. Op het vlak van epidemische ziekten waren het vooral Koch en Pasteur die baanbrekend werk verrichtten. Een idee over de medische opvattingen van de Belgische marine-artsen kan worden gevormd aan de hand van de bewaarde verslagen. De geneesheren waren, net zoals zovele

arts : 3600 BEF (chirurgien-major breveté), 2520 BEF (chirurgien aide-major), 2100 BEF (chirurgien sous-aide-major breveté), 1470 BEF (chirurgien sous-aide-major commissionné).

23. Voor een uitgebreide biografie van deze geneesheren zie de bijlage.

legerartsen uit hun tijd, in de eerste plaats hygiënist²⁴. In hun zoektocht naar de mogelijke oorzaken van de opduikende ziekten maakten ze gebruik van de twee overheersende medische onderzoeksmethoden of invalshoeken van de eerste helft van de negentiende eeuw : de medische geografie en de historische pathologie.²⁵

De medische geografie trachtte de eigenschappen van de opduikende ziekten te verklaren vanuit geografische en klimatologische factoren. Ziekten waren het gevolg van ecologische variabelen : wind, klimaat, atmosferische veranderingen, enz. Elke dag werden aan boord van de *Louise-Marie* diverse klimatologische waarnemingen uitgevoerd. De artsen noteerden op verschillende tijdstippen de temperatuur, de barometerstand, het weertype en de windrichting. Maxima, minima en gemiddelden werden na elke reis in een samenvattende tabel gegoten en opgenomen in de gepubliceerde medische rapporten (cfr. tabel 3).²⁶ Deze cijfergegevens waren nodig voor het opmaken van een uitvoerige medisch-topografische beschrijving van elke stad of regio die de marine-artsen bezochten. In deze verslagen beschreven en analyseerden ze aan de hand van de bodemgesteldheid, de klimatologische omstandigheden en tal van andere factoren de algemene gezondheidssituatie.²⁷

Volgens de medisch geografen waren alle ziekten afhankelijk van de natuurlijke gesteldheid, net zoals het plantenrijk bepaald werd door seizoenswisselingen en verschillende klimaten. Ziekten ontwikkelden zich doorheen de tijd, met perioden van groei, bloei en uitsterven. De „constitutio epidemica”, of het algemene ziektekenmerk, vormde één van de kernbegrippen voor de aanhangers van de medische geografie. Volgens hen was het de „constitutio” die de mens voor sommige ziekten vatbaarder maakte dan voor andere. Kosmische invloeden (bijvoorbeeld de stand der hemellichamen) en tellurische invloeden, afkomstig uit het binnenste van de aarde (miasmata), bepaalden de heersende „constitutio epidemica”. Hierdoor kon de aard van de ziektebeelden geregeld wijzigen. Het ene ogenblik traden intermitterende koortsen op de voorgrond, het andere moment ontwikkelde zich een epidemie van malaria of tyfeuze koorts²⁸.

24. K. VELLE, „Heelkunde en samenleving in de 19e eeuw”, in R. VAN HEE (ed.), *In de voetsporen van Yperman. Heelkunde in Vlaanderen door de eeuwen heen*. Brussel, 1990, 190-191.

25. Zie hierover onder meer E.S. HOUWAART, *De hygiënist. Artsen, staat en volksgezondheid in Nederland, 1840-1890*. Groningen, 1991, 58-65 en 163-176 en J. BLEKER, „Die historische Pathologie, Nosologie und Epidemiologie im 19. Jahrhundert”, in *Medizin historisches Journal* 19, 1984, 33-52.

26. De artsen noteerden de temperatuur om vier uur 's morgens, bij zonsopgang en om twee uur in de namiddag.

27. Zie bijvoorbeeld de beschrijvingen van Bathurst, Bissao, Boulama, Madeira en Mogador in het verslag van de zevende reis. CELARIER, *Rapport médico-chirurgical sur le septième voyage...*, 195-201.

28. E.S. HOUWAART, *op.cit.*, 64.

Het epidemiologische onderzoek, dat duidelijk ontologisch, ecologisch en deterministisch was gedefinieerd, bereikte een hoogtepunt in de historische pathologie. Volgens deze wetenschappelijke invalshoek was de verschijning van ziektebeelden bepaald door een evolutionair proces in de natuur of door speciale gebeurtenissen in de geschiedenis van de mensheid. Dankzij het verzamelen van zoveel mogelijk historische feiten over ziekten kon men mogelijke verbanden onderzoeken en verklaringen uitwerken. De Belgische marine-artsen hanteerden daarbij een diagnostisch systeem dat enerzijds was gebaseerd op een ordening van de waargenomen ziekteverschijnselen en dat anderzijds veel belang hechtte aan de ernst van de gevolgen. Omschrijvingen als „fièvre ardente” en „fièvre intermittente opiniâtre” komen veelvuldig voor.²⁹ De geneesheren beschreven in de rapporten zeer nauwkeurig de diverse fasen die elke zieke doorliep. Ze letten op de gemoedsgesteldheid, de pijn, de polsslag, enz. Ze determineerden telkens de aard van de optredende koorts : acuut, intermitterend of remitterend. Ieder symptoom op zich had nochtans geen betekenis. Pas na combinatie met andere ziektebeelden en biografische gegevens van de patiënt kwam de arts tot een diagnose. Hij zocht naar een combinatie van symptomen die de toestand van de zieke het best omschreef. Elk ziektebeeld kreeg op deze manier een naam, bijvoorbeeld „embarras gastriques”, eventueel aangevuld met bijzondere kenmerken, zoals „gastro-entéralgies rhumatismales”.³⁰ Een gebrek aan uniformiteit in de diagnose vormde het belangrijkste knelpunt bij deze werkwijze. Er werd niet altijd dezelfde benaming gehanteerd voor dezelfde ziekte. Ziektedefinities waren immers nog niet gestandaardiseerd.

3.2. *De ziekten aan boord : een statistisch overzicht*

De medische rapporten van de eerste, tweede, derde, vijfde en zevende expeditie bevatten een uitgebreid statistisch overzicht van de aan boord voorkomende ziekten. De marine-artsen vermeldde in de overzichten alleen ziektegevallen die leidden tot arbeidsongeschiktheid, met uitzondering van de huid-aandoeningen. In tabel 3 worden de beschikbare gegevens gegroepeerd in zeven grote ziektecategorieën. De negentiende-eeuwse (Franstalige) benamingen werden zonder meer overgenomen. Hoewel het gebrek aan gestandaardiseerde en uniforme ziektedefinities een accurate vergelijking bemoeilijkt, kunnen op basis van de grote ziektegroepen toch enkele belangrijke vaststellingen worden ge-

29. CELARIER, „Rapport médical sur la 3e campagne...”, 8-9.

30. Célarier noteerde over deze benaming : „J’ai donné à cette indisposition le nom de gastro-entéralgie rhumatismale, faute d’en trouver un autre plus convenable à lui donner”, CELARIER, „Rapport médical pour la 3e campagne...”, 12. Gedetailleerde ziektebeschrijvingen, bijgehouden dag na dag, zijn overvloedig aanwezig in de medische rapporten, zie o.a. CELARIER, „Rapport médical sur la 3e campagne...”, 8-9 en 13-15. Over het belang van symptomen bij de diagnose zie ook E.S. HOUWAART, „Medische statistiek”, in H.W. LINTSEN, *Geschiedenis van de techniek in Nederland*. Zutphen, 1993, deel 2, 22-23.

daan. Het valt meteen op dat vooral koorts, maag- en darmproblemen de aanleiding vormden voor ziekte en werkonbekwaamheid. Dat deze ziekten een belangrijk overwicht hadden, is niet verwonderlijk. Al deze symptomen komen veelvuldig voor bij tropische ziekten zoals malaria, gele koorts, dysenterie, enz. In het volgende hoofdstuk wordt de aard, het ontstaan en de behandeling van deze infectieziekten door de Belgische marine-artsen uitvoerig besproken. Deze paragraaf beperkt zich tot de meer traditionele zeemansziekten, zoals verkoudheden, huidinfecties en uiteraard zeeziekte.

Zeeziekte leidde tot heel wat inactiviteit en ongemak bij de bemanning van de *Louise-Marie*. Dat is misschien verwonderlijk, maar slechts weinig mensen worden geboren met échte zeemansbenen. Zelfs ervaren matrozen, die reeds tientallen jaren op zee voeren, werden volgens dokter Fichet geregeld onwel tijdens zwaar weer. Hij ging in het verslag van de zevende expeditie iets dieper in op dat probleem. Een tiental jonge matrozen van de *Louise-Marie* vingen in 1855 hun eerste grote zeereis aan. Zoals verwacht werden ze bij het opvaren van de woelige Noordzee zeeziek. Scheepsdokters en zeelui in het algemeen zijn voortdurend op zoek geweest naar doeltreffende middeltjes tegen zeeziekte.³¹ Ook Fichet had een behandeling ontwikkeld, die (naar eigen zeggen) haar efficiëntie in het verleden reeds voldoende had bewezen. Volgens de arts moest men van zodra de misselijkheid de kop opstak een stuk brood of beschuit besmeerd met een pikant goedje (bijvoorbeeld mosterd of look) opeten en regelmatig kleine slokjes bruiswater of limonade drinken. Dankzij het blijvend oproepen en aanhouden van de slikbeweging kon de peristaltische beweging van de slokdarm en tevens van de maag worden bevorderd, waardoor de „trouble fonctionnel des nerfs” omkeerde. Fichet raadde aan om zolang de misselijkheid aanhield koude gerechten met azijn te eten. Hij beëindigde zijn raad tenslotte ietwat cynisch als volgt, „du reste, une volonté bien arrêtée de ne pas céder, est un puissant auxiliaire”.³²

Huidproblemen en infecties van de luchtwegen zorgden eveneens voor heel wat ongemak. Ze traden vooral op tijdens de heenreis, die telkens ongeveer drie weken duurde, als gevolg van het slechte weer.³³ De Afrika expedities vertrokken doorgaans op het einde van de herfst of zelfs in volle winter (zie tabel 1). De weersomstandigheden op de Westerschelde en het Kanaal waren in deze tijd van het jaar dikwijls zeer slecht. Vorst, regen, sneeuw en storm met hevige westenwinden bemoeilijkten niet zelden de aanvang van de reis. Tijdens de vijfde expeditie kon de *Louise-Marie* pas drie weken na het vertrek uit Antwerpen de rede van Terneuzen (Nederland) verlaten.

31. Zie bijvoorbeeld het artikel „Ce que M. Jobard pensait du mal de mer”, in *ABMM*, 1862, XXX, 140-142.

32. FICHEFET, „Relation médico-chirurgicale de la quatrième expédition...”, 291-292.

33. VOC-artsen signaleerden reeds in de 18de eeuw de nefaste invloed van de slechte weersomstandigheden bij het begin van de heenreis op de gezondheid van de bemanning. A.E. LEUFTINK, *Harde heelmeeesters. Zeelieden en hun dokters in de 18e eeuw*. Zutphen, 1991, 112-114.

TABEL 3. — Ziektegevallen aan boord van de Louise-Marie,
weergegeven voor de 1ste, 2de, 3de, 5de en 7de expeditie

1. Koortsen	
+fièvre bilieuse rémittente	12+14+0+0+0 (26)
+fièvres intermittentes simples et pernicieuse	7+9+6+9+16 (38)
+fièvre muqueuse compliquée	0+0+0+1+0 (1)
+fièvre bilieuse suivie de fièvre intermittente pernicieuse et simple	0+0+0+3+0 (3)
+récidives de fièvre intermittente, suite de fièvre bilieuse rémittente	9+7+0+0+0 (16)
+récidives de fièvres intermittentes simples	2+5+0+0+5 (12)
2. Maag- en darmaandoeningen	
+embarras gastriques ou intestinaux	6+5+9+14+1 (35)
+gastro-entero-colites légères (maladie dite d'acclimatement)	5+11+0+0+0 (16)
+gastro-entéralgies rhumatismales	0+0+15+0+5 (20)
+coliques nerveuses légères	11+4+0+6+0 (21)
+coliques sèches	0+0+3+0+0 (3)
3. Luchtwegen	
+bronchitis	4+4+4+0+6 (18)
+keelontsteking	0+0+3+0+0 (3)
+amandelontsteking	0+0+0+4+2 (6)
+laryngite en laryngo-bronchite	0+0+0+5+1 (6)
+pleuritis	0+0+0+0+1 (1)
4. Huidaandoeningen	
+bindweefselontsteking of zweren, fijt, steenpuisten	7+4+2+36+7 (56)
+eczema, eczema, lichen of huiduitslag, prurigo of jeukende huiduitslag, schurft	2+2+2+0+8 (14)
5. Geslachtsziekten	3+4+5+0+5 (17)
6. Oogziekten	
+granulatie	1+0+0+0+0 (1)
+amblyopie of gezichtszwakte	0+0+0+0+1 (1)
7. Zeeziekte	15+21+0+0+2 (38)

Bron : F. DURANT, „Relation d'un voyage sur la côte occidentale de l'Afrique”, in *ABMM*, 1848, II, 202 ; F. DURANT, „Relation médico-chirurgicale de la seconde expédition de la Louise-Marie à la côte occidentale d'Afrique”, in *ABMM*, 1849, IV, 81 ; C. CELARIER, „Rapport médical sur la 3^e campagne de la Louise-Marie à la côte occidentale d'Afrique (1850), in *ABMM*, 1850, VI, 8 ; A. FICHEFET, „Compte rendu médico-chirurgical de la 5^e expédition faite par la Louise-Marie, à la côte occidentale d'Afrique”, in *ABMM*, 1853, XII, 251-252 ; C. CELARIER, „Rapport médico-chirurgical sur le septième voyage de la Louise-Marie à la côte occidentale d'Afrique”, in *ABMM*, 1856, XVIII, 202.

Tijdens de volgende reis verplichtte een hevig onweer het schip beschutting te zoeken in de haven van Duins, nabij Dover. De aanhoudende zuidwestenwind maakte een vertrek onmogelijk. Kapitein Van Haverbeke ondernam nochtans diverse verwoede pogingen. Het zware werk in de slechte weersomstandigheden had vrij snel een nefaste invloed op de gezondheidstoestand van de uitgeputte bemanning. Het zwoegen met de door de hevige regenval sterk in gewicht toenomen zeilen maakte dat veel matrozen last kregen van fijs. Deze bindweefselontsteking aan de binnenkant van de vingertoppen, die dikwijls gepaard gaat met ettervorming, hinderde vooral het werk in het want. In het verslag van de vierde reis noteerde Fichet niet minder dan 28 gevallen, die deels tot arbeids-onbekwaamheid leidden. De aanhoudende regen en het overkomende zeewater doorweekten bovendien alles en iedereen. Na verloop van tijd was vrijwel nergens op het schip een droge plek te vinden. De enige plaats waar de bemanning zich enigszins nog kon verwarmen, was de kombuis. Iedere andere vorm van verwarming ontbrak op het schip. In enkele dagen tijd raakte een tiental matrozen buiten dienst. Fichet noteerde gevallen van buikkrampen, doorgaans gevolgd door diarree (waarschijnlijk griep), diverse infecties van de luchtwegen, koorts-aanvallen en zelfs lichte verschijnselen van scheurbuik.

Een groot deel van de voornoemde ziekten was volgens Fichet vooral te wijten aan de slechte kledij waarover de matrozen beschikten. Ze bezaten enkel een kapotjas, die hen slechts weinig bescherming bood. Bij hevige regen was het wollen overhemd nog voor het einde van de wacht doorweekt. Als de wachttijd er uiteindelijk op zat, gingen de zeelui zo vlug mogelijk naar beneden. De kleren werden er uitgewrongen en opgehangen. Maar in de slaapruijnt was weinig plaats. De drooglijnen raakten al snel overvol wanneer de matrozen van de volgende wacht terugkeerden. Volgens de arts maakte dat de luchtcirculatie onmogelijk, waardoor er een walgelijke, stinkende atmosfeer heerste op het tussendeck. Omwille van het slechte weer waren bovendien alle luiken en geschuipooten gesloten. In het ruim was het (ook overdag) donker en beklemmend. Wanneer het slechte weer dagen aanhield, moesten de matrozen met hun natte kleren blijven verder werken, „et de grelotter en attendant mieux”. De kapotjas was niet alleen weinig efficiënt, maar zorgde bovendien ook voor lichamelijke ongemakken. Het voortdurend schuren van de harde jasmouwen op de ijskoude, doorweekte handen zorgde voor ontstekingen en steenpuisten. Geneesheer Fichet stelde de aankoop van een korte oliejas en van een zuidwester voor. Een korte jas was handiger om mee te werken, vooral in het tuig. Daarnaast kon de aanschaf van een langere overjas, die tot de lenden kwam, worden overwogen. Het is echter niet duidelijk in welke mate door de legerstaf op deze voorstellen werd ingegaan.³⁴

34. FICHET, „Relation médico-chirurgicale de la quatrième expédition...”, 292-293 ; FICHET, „Compte Rendu médico-chirurgicale de la 5^e expédition faite par la Louise-Marie, à la côte occidentale d’Afrique”, in ABMM, 1853, XII, 162-1964.

Een aantal van de in tabel 3 opgenomen ziekten waren het gevolg van ongevallen. Het leven en de arbeid op zee waren niet ongevaarlijk. De rapporten maken slechts sporadisch melding van ongevallen : alleen de vanuit medisch oogpunt meest interessante werden opgetekend. Tijdens de derde expeditie viel matroos Quilini uit het want van de fokkenmast. Het gevolg was een zware verstuijing en enkele dagen arbeidsonbekwaamheid.³⁵ Matroos Pieremas had in 1854 minder geluk. Tijdens het herstellen van zijn hangmat maakte hij een verkeerde beweging waardoor zijn mes uitgleed op een metalen ring en in zijn rechteroog terechtkwam. De iris werd hierbij zwaar geraakt. Fichetefet noteerde over de behandeling en de afloop het volgende : „Mon premier soin fut d'essayer de repousser l'iris, mais mes tentatives furent vaines. Il ne me restait qu'à prévenir l'inflammation de l'organe et j'y ai complètement réussi. La cicatrisation s'est faite en une quinzaine de jours, mais l'adhérence de l'iris n'a pu être empêchée. La pupille est déformée, tiraillée de haut en bas et légèrement de dehors en dedans ; le défaut de parallélisme qui en résulte lui ôte complètement la faculté d'y voir de cet oeil”.³⁶

4. Een grote onbekende : de tropische ziekten

De hierboven besproken ziekten deden zich vooral voor tijdens de heenreis. Ze waren vervelend voor de bemanning, maar niet onmiddellijk levensbedreigend. De ziekten die optraden tijdens het verblijf langs de Afrikaanse kust, in het Afrikaanse binnenland en op de terugtocht vertoonden meestal een ernstiger karakter. Vooral tijdens de eerste reizen sloegen deze tropische ziekten, die koorts, maag- en darmklachten tot gevolg hadden, frequent toe. Een blik op tabel 3 maakt dat duidelijk. De marine-geneesheren hadden zich nochtans goed voorbereid op het verblijf in tropisch Afrika. Toonaangevende wetenschappelijke literatuur, zoals het bekende werk van Thévenot „*Traité des maladies des Européens dans les pays chauds*”, hadden ze vooraf grondig bestudeerd. De belangrijkste werken hadden ze trouwens meegenomen aan boord. En het bleef bovendien niet bij deze boekenwijsheid.

4.1. De goed raad van Britse en Franse collega-geneesheren

Geneesheer Durant bezocht tijdens de eerste en de tweede expeditie – alvorens de Rio-Nunez op te varen - de militaire hospitalen van Gorée (Frans bezit) en Sainte-Marie de Bathurst (Engels bezit).³⁷ Hij wisselde met de aanwezige

35. CELARIER, *Rapport médical sur la 3e campagne...*, 18.

36. FICHEFET, *Compte rendu médico-chirurgical de la campagne faite par la Louise-Marie...*, 161.

37. De militaire hospitalen van Gorée en Sainte-Marie de Bathurst vingen de zieken op van de voor de Afrikaanse kust kruisende Franse en Britse oorlogsschepen. Ook de verschillende marine-basissen gelegen tussen Senegal en Gabon stuurden er hun zieken heen.

artsen nuttige informatie uit over de mogelijke oorzaken van de in West-Afrika heersende tropische ziekten en de courante behandelingsmogelijkheden. Dokter Durant kreeg echter geen pasklare antwoorden of oplossingen. De medische wereld was omstreeks 1850 nog niet ver gevorderd in het identificeren van tropische ziekten. Zolang de precieze oorzaak niet was gekend, kon men slechts de symptomen bestrijden in de hoop dat de zieke vanzelf genas. Een viertal, dikwijls dodelijke, ziekten kwamen volgens de geconsulteerde Franse en Britse artsen in de regio veelvuldig voor : 1) intermitterende koorts, 2) hepatitis, 3) „colique sèche” of „colique végétale” en 4) dysenterie.³⁸ Vooral de „coliques” waren te duchten. Durant beschreef de ziekte als een „névrose du grand sympathique et dont les symptômes ont de l’analogie avec ceux de la colique de plomb, conduit le malade à la paralysie des extrémités et même à celle de la vessie et du rectum”.³⁹ De grote onwetendheid over de oorzaak en de fysiopathologie van de optredende koorts en infectieziekten maakte dat er lange tijd heel wat werd geëxperimenteerd door Westerse medici. De artsen baseerden zich uitsluitend op de symptomen om een bepaalde behandeling voor te schrijven. Wanneer deze niet effectief bleek te zijn, werd dikwijls nog al vlug overgeschakeld naar een andere, al even onzekere, behandelingswijze.⁴⁰

De Belgische artsen stelden een verschil in behandeling vast tussen de Franse en Britse geneesheren. De Britten hadden een grenzeloos vertrouwen in kwikchloride (of kalomel) dat ze alleen, samen met een purgeermiddel of met opium verstrekten. Het medicijn werd zowat bij alle ziekten gebruikt, zowel bij lichte als bij zware gevallen. De Engelsen waren trouwens in het algemeen kwistig met purgeermiddelen. Braakmiddeltjes schreven ze slechts zelden voor. De Fransen daarentegen geloofden niet echt in de heilzame werking van kwikchloride en van purgeermiddelen. Zij gaven vooral pijnstillers, kalmeermiddelen en prikkelende middelen („excitants”). Ze deden dat volgens de principes van de fysiologische school en naar eigen ervaring. De Franse artsen waren sober met aderlaten, maar gebruikten wel veelvuldig bloedzuigers. In tegenstelling tot de Belgische marine-artsen, die hun bloedzuigers in Duitsland aankochten, gebruikten de Fransen een kleinere soort uit Senegal. Braakmiddelen dienden ze alleen in uitzonderlijke gevallen toe, bijvoorbeeld bij het opzwellen van het aangezicht en bij zware maagproblemen.

De Fransen en Engelse medici hanteerden wel een min of meer gelijkwaardige behandeling voor de veel voorkomende „colique sèche”, wat waarschijn-

38. C. CELARIER, „Rapport médical sur la 3^e campagne de la Louise-Marie à la côte occidentale d’Afrique (1850)”, in *ABMM*, 1850, VI, 10-11.

39. DURANT, *Relation d’un voyage sur la côte occidentale de l’Afrique*, 203.

40. Over bijvoorbeeld de verschillende behandelingsmogelijkheden van gele koorts zie J.P. BOCQUET, M. MOLERO en F. TAILLAN, „Les traitements de la fièvre jaune au XIX^e siècle”, in E. FIERENS (ed.) *Actes du XXXII^e Congrès International d’Histoire de la Médecine, Anvers 3-7 septembre 1990*. Brussel, 1991, 305-318.

lijk dysenterie was. Deze ziekte, die gepaard ging met hevige buikpijnen en diarree, werd aangepakt met een combinatie van kalomel en opium. De eveneens toegediende purgeermiddelen verergerden in eerste instantie de ziekteverschijnselen. Een streng dieet, kalmeermiddelen en bloedzuigers op de onderbuik en de anus moesten de patiënten enige verlichting brengen. Pas na acht tot tien dagen verdween de buikloop en werd overgegaan tot het toedienen van tabaklavementen en het verstrekken van kleine dosissen strychnine. De Franse arts Macret uit Gorée raadde aan om het belladone-extract te proberen. Hij had hiermee goede successen geboekt bij de bestrijding van „colique végétale”. De beste manier om ziekten en epidemieën te voorkomen was evenwel het bewaken van een goede hygiëne aan boord. Daarover waren alle artsen het eens.

4.2. Belang van preventie : hygiëne en verluchting

Hoewel oorlogsschepen op het vlak van hygiëne doorgaans een kwalijke reputatie genoten, hadden de geneesheren van de *Louise-Marie* weinig reden tot klagen.⁴¹ De officieren bekommerden zich volgens Fichet met „une sollicitude paternelle” om de gezondheid van de bemanning. Het Belgische marinereglement was overigens zeer duidelijk. De luitenant-ter-zee droeg de verantwoordelijkheid voor het onderhoud van het schip en de persoonlijke hygiëne van de bemanning. Elke dag ondernam hij een uitvoerige inspectietocht ; de kapitein deed dat elke maand nog eens grondig over.⁴² Dagelijks werden de dekken geschrobd en de ruimen gelucht. Célarier noteerde dan ook tevreden tijdens de derde expeditie : „La propreté de l'entrepont et la ventilation de toutes les parties du navire ont été entretenues avec tout le soin possible”.⁴³

De onwetendheid van de artsen over de oorzaak van de ziekten die de bemanning opliep tijdens het verblijf langs de Afrikaanse kust en in het binnenland, leidde tot een aantal op het eerste zicht merkwaardige preventieve maatregelen. Zo werd op aandringen van de artsen aan de bemanning verboden rond te lopen in ontbloot bovenlichaam. Vanaf de derde expeditie mochten de matrozen die geen wacht hadden de nacht niet langer doorbrengen op het bovendeck.⁴⁴ De geneesheren raadden daarnaast de bemanning aan om zo weinig mogelijk uitputtende karweien te verrichten. Onder meer omwille van dit aandachtspunt werden zwarte matrozen in Gorée aan boord genomen. Naast het verrichtten van fysisch zwaar werk moesten zij vooral het schip vooruitroeien op

41. J. LUCASSEN, „Zeevarenden”, in G. ASAERT (red.) *Maritieme Geschiedenis der Nederlanden*. Bussum, 1977, deel 2, 147-148.

42. *Arrêté portant règlement pour la Marine*, art. 26-27 ; AKLM...

43. CELARIER, „Rapport médical sur la 3^e campagne...”, 19 ; zie ook FICHEFET, „Compte rendu médico-chirurgical de la 5^e expédition...”, 252.

44. CELARIER, „Rapport médical sur la 3^e campagne...”, 19-20.

de kustvieren.⁴⁵ Hoewel er een goede verstandhouding bestond tussen de artsen en de zeelui, aanvaardden de officieren nochtans niet alle voorstellen van de medici. Fichetet opperde om gedurende regenachtige dagen het ruim en het tussendek niet met water te schrobben, maar kapitein Van Haverbeke wees dat voorstel resoluut af.⁴⁶

De meeste aandacht van Durant, Célariet en Fichetet ging uit naar het kwaadaardige karakter van de „miasmes”, volgens hen dé oorzaak van de meeste ziekten. Fichetet meende dat het louter verluchten van het schip niet voldoende was. Hij verklaarde de talrijke ziekten door het ontstaan van ongezonde gassen in het scheepsruim tijdens het voor anker liggen op de rivier. „Cette situation me paraît être à elle seule suffisante pour produire les plus graves accidents”, noteerde Fichetet in 1853. Het water dat in de romp stond, deels zout deels zoet, bedierf volgens hem snel bij gebrek aan voldoende stroming. Samen met de talrijke dierlijke en plantaardige resten (onder meer van de voeding van de bemanning) die door de vochtige hitte onderhevig waren aan een versneld verrottingsproces, verspreidden deze gassen of „miasmes” zich over het ganse schip. Bovendien had het hout van de scheepshuid last van ontbinding. De metalen onderdelen van het schip (zoals spijkers en knieën) en het ijzer van de balast oxydeerden. Volgens de geneesheer verspreidde dat alles „une enorme quantité de gaz hydrogène sulfuré qui peut produire les maladies les plus funestes”. Van zodra het schip zich in beweging zette richting kust, verspreidden de kwalijke gassen – veroorzaakt door de stinkende, rottende brij in het binnenste van het vaartuig – zich over het gehele schip. Deze ongezonde lucht lag volgens hem aan de basis van de talrijke koortsaanvallen „de mauvais caractère” bij het begin van de terugreis. Deze theorie was zeker niet nieuw. De Britse arts William Cullen (1710-1790), een autoriteit inzake koortziekten, had reeds op het einde van de achttiende eeuw deze hypothese naar voor geschoven.⁴⁷ Met bovenstaande vaststellingen in het achterhoofd en gestimuleerd door dokter Fichetet, voerde kapitein Van Haverbeke enkele maatregelen in, die ook tijdens de volgende reizen strikt zouden worden opgevolgd. Enkele dagen voor het vertrek werd het ruim van de *Louise-Marie* grondig gereinigd en kregen de dekken een grondige schrobbeurt. Het ruim van het schip werd verder gezuiverd door een aantal

45. DURANT, „Relation médico-chirurgicale de la seconde expédition...”, 77.

46. FICHEFET, *Compte-rendu médico-chirurgicale de la campagne...*, 164.

47. FICHEFET, „Relation médico-chirurgical de la quatrième expédition...”, 300-301. Hij herhaalde deze stelling nog eens uitgebreid in het verslag van de vijfde expeditie : „Je suis plus convaincu que jamais, que c’est vers le bâtiment qui nous porte que nous devons tourner notre attention ; si nous voulons découvrir, détruire ou prévenir les causes de la plupart des maladies qu’on observe à bord des navires. Les soins à y apporter sont excessivement nombreux, et il importe de ne pas les perdre de vue, d’autant plus qu’on n’est que trop enclin, à bord des navires, à négliger, si pas à enfreindre, les préceptes les plus essentiels de l’hygiène”. FICHEFET, „Compte rendu médico-chirurgical de la 5^e expédition...”, 252.

malen water in- en uit te pompen ; ontsmetten gebeurde met behulp van chloorkalk. Het afvaren van de rivier verliep bovendien op aanraden van Fichet in diverse etappes, om de overgang van het zeer warme binnenland naar de meer frisse kuststreek veiliger te maken.⁴⁸

Vanaf de derde expeditie was daarenboven op initiatief van de artsen het verblijf van de Louise-Marie in het binnenland sterk beperkt. Dat had zeer duidelijk een gunstig effect op het aantal zieken (zie tabel 3). In tegenstelling tot de reizen van 1847/1848 en 1848/1849, toen de *Louise-Marie* twee tot drie maanden in het binnenland vertoefde, bleven de volgende expedities beperkt tot ongeveer een maand. De schepen voeren bovendien de Rio-Nunez niet langer op tot aan Ropass, dat 30 mijl landinwaarts lag. De rivier was op deze plek zeer kronkelig en nauw, omringd door gordijnen van oerwoud, waardoor de volgens de dokters ongezonde rivierdampen zich nauwelijks konden verspreiden. De marineschepen gingen voortaan voor anker nabij Victoria (6 mijl landinwaarts), waar de Rio-Nunez enkele honderden meters breed was. De bemanning genoot hier van een verfrissende zeebries, die ervoor zorgde dat de temperatuur in de schaduw niet boven de 34°C klom. Célariet verwoordde het als volgt : „Je pense que les avantages de la rade de Victoria ont contribué pour une grande part au maintien de la santé de l'équipage”.⁴⁹

4.3. Genezen in de praktijk : vallen en opstaan

De preventieve maatregelen hielpen natuurlijk niet altijd. De bemanning van de *Louise-Marie* kreeg gedurende de kruistochten langs de West-Afrikaanse kust en het verblijf in het binnenland geregeld af te rekenen met verschillende tropische ziekten, ook wanneer het verblijf werd beperkt. Rekening houdend met het moordende klimaat en de hoge sterftcijfers bij de residerende blanken en zeelui (zie hoger) verliepen de Belgische reizen onder een gunstig gesternte. Tijdens de acht expedities vielen er slechts drie dodelijke slachtoffers. Twee matrozen overleden tijdens de tweede reis ten gevolge van koortsaanvallen, waarschijnlijk ging het om gele koorts of malaria. Matroos derde klasse Philippe Taelmans overleed na een verblijf van drie weken op de Rio Nunez aan de gevolgen van wat de geneesheren omschreven als „la maladie d'acclimatement”.

48. FICHEFET, „Relation médico-chirurgicale de la quatrième expédition...”, 301-302. Het gebruik van chloorkalk om het ruim te zuiveren werd reeds eerder toegepast op de *Duc de Brabant* tijdens meerdere reizen naar de Belgische kolonie in Santo Thomas de Guatemala.

49. CELARIET, derde reis, 6-7. Andere schepen ondervonden na een lang verblijf op de bovenloop eveneens de kwalijke gevolgen voor de gezondheid. Fichet hielp in 1854 de bemanning van een kleine Franse schoener „La petite Angélique”, die voor de rede van Victoria lag, opnieuw op de been. FICHEFET, *Compte-rendu médico-chirurgicale de la campagne faite par la Louise-Marie...*, 165-166. De Franse korvetten *La Recherche* en *La Prudente* hadden eveneens af te rekenen met diverse zieken na een maandenlang verblijf in het binnenland. Ze hadden hoofdzakelijk intermitterende koorsten. DURANT, „Relation médico-chirurgicale de la seconde expédition...”, 82.

Matroos tweede klasse François Vermeiren, 22 jaar oud, was bij het afvaren van de rivier reeds zwaar ziek geweest, maar alsnog hersteld. Ter hoogte van de Azoren, waar men had af te rekenen met slecht weer, herviel een groot deel van de bemanning. Vermeiren kreeg een „fièvre bilieuse rémittente”, gevolgd door een „fièvre d'accès rebelle”. Toen hij opnieuw enigszins aan de beterhand was, viel hij plots op het achterdek bewusteloos neer. Durant werd er onmiddellijk bij geroepen, maar die kon de matroos – ondanks het tijdelijk doorsnijden van een slagader en het toedienen van tabaklavementen en diverse stimuli – niet meer redden.⁵⁰ Het laatste slachtoffer viel tijdens de vierde reis. Hulpkok Désiré Hulin stierf waarschijnlijk aan de gevolgen van buiktyfus. De klinische verschijnselen in het medisch rapport wijzen alvast in die richting : het verschijnen van kleine, roze vlekjes op de huid, lusteloosheid, hoofdpijn en pijn in de rug.⁵¹

Gelukkig liep het niet altijd slecht af. De marinegeneesheren van de *Louise-Marie* werkten na verloop van tijd, gestuurd door de optredende symptomen, diverse behandelingsmethoden uit die effect hadden. In de volgende paragrafen wordt uitvoerig ingegaan op een aantal veel voorkomende ziektebeelden. Aan de hand van de uitgebreide beschrijvingen is het bovendien mogelijk om op basis van de hedendaagse medische knowhow een voorzichtige diagnose te stellen.

Tijdens de derde reis, toen de *Louise-Marie* van Gorée naar de monding van de Rio-Nunez voer, overviel een gelijkaardige ziekte een groot deel van de bemanning. Slechts twaalf bemanningsleden ondervonden geen enkele last. De symptomen waren voor Célurier nieuw, al leken ze volgens hem sterk op de „coliques nerveuses”. Hij gaf de ziekte later de benaming „gastro-entéralgie rhumatismale”. Een verscheurende buikpijn vormde het eerste verschijnsel, spoedig gevolgd door een hevige waterachtige diarree. Sommige zieken hadden gedurende 12 à 18 uren meer dan 20 stoelgangen. Bij een aantal ging dat zelfs gepaard met overgeven. Andere symptomen waren : hoofdpijn, stijve spieren, soms maagkrampen en een gevoel van samentrekken van de longen. De urine en de tong waren normaal. De pols was aanvankelijk zwak, maar tussen 10 en 36 uren na het uitbreken van de epidemie, werd hij heviger. De diarree en de buikpijn verergerden nog. De patiënten begonnen hevig te transpireren. De duur van de ziekte varieerde sterk. Sommigen dienden slechts voor enkele uren hun werkzaamheden stop te zetten ; anderen waren tot drie dagen buiten dienst. Welke behandeling paste Célurier toe ? Hij trachtte de transpiratie te bevorderen door de zieken warm toe te dekken. De behandeling berustte verder op rehydratie. Célurier liet hen overvloedig thee van salie en kamille drinken. Zieken met een hevige buikpijn kregen een papje van laudanum op de buik gesmeerd. Célurier vermoedde dat het grote temperatuurverschil tussen nacht en dag en de vochtige

50. DURANT, „Relation médico-chirurgicale de la seconde expédition...”, 81 en 98-100.

51. FICHEFET, „Relation médico-chirurgicale de la quatrième expédition”, 296-299.

nachten de oorzaak vormden voor deze ziekte, omdat de matrozen van de nachtwacht als eersten de ziektesymptomen hadden vertoond.⁵²

Waarschijnlijk ging het om acute gastroenteritis (dysenterie of reizigersdiarree). Dysenterie is een ziekte van het darmslijmvlies met als belangrijkste symptoom diarree. In ernstige gevallen is de ontlasting vermengd met bloed en slijm. De micro-organismen die bacillaire dysenterie verwekken, verlaten het lichaam van de besmette persoon via de endeldarm. Andere personen worden via de mond besmet, wat men karakteriseert als de oraal-faecale besmettingswijze. Dysenterie komt vooral voor waar de kwaliteit van hygiënische en sanitaire voorzieningen ondermaats is. Vliegen spelen een belangrijke rol bij de verspreiding van de ziekte. Ze voeren shigella's van menselijke ontlasting mee aan hun poten en haren, en besmetten op deze manier het drinkwater en het voedsel.⁵³

Ook tijdens de zesde reis werd de bemanning van de Louise-Marie getroffen door een epidemie. Fichet besprak enkele gevallen grondig, „qui caractérisent leur plus haut degré de violence”. De onbekende ziekte zette zich bij elke matroos zeer snel in. Hevige buikpijnen vormden de eerste klachten, gevolgd door misselijkheid en krachteloosheid. Sommige zieken hadden hevige diarree, anderen kregen dan weer te kampen met constipatie. Het gezicht was binnen enkele minuten bleek (soms lijkbleek), de spieren werden gespannen. De patiënt kreeg koude rillingen over het ganse lichaam. De pols was zwak en ongelijkmatig, de tong witachtig. Na verloop van tijd werden de buikpijnen, die zich vooral lieten gevoelen in de navelstreek, ondraaglijk. De lippen trilden en in de armen en benen constateerde Fichet ongewilde spierbewegingen of fasciculaties. Een enkele patiënt begon zelfs te schuimbekken. Bijna allemaal moesten ze overgeven. De zieken die diarree hadden, waren na ongeveer acht uren verlost van de hevige buikpijnen. Ze hadden wel nog hoofdpijn, occasionele pijnscheuten in de navelstreek en last van een overheersend gevoel van uitputting en lusteloosheid. Deze zieken waren hersteld na drie tot vier dagen. Diegenen die geen diarree hadden, bleven hevige buikpijnen hebben. Pas na 18 tot 24 uur kreeg Fichet enige verandering in hun toestand. Dankzij het toedienen van lavementen en purgeermiddelen, kon de stoelgang worden opgewekt na vijf tot zes dagen.⁵⁴ Fichet zocht een verklaring voor het plotse uitbreken van deze ziekte, die hij omschreef als een „colique nerveuse”, bij de sterke, koele noordenwind. Enkele matrozen hadden, nadat ze 's nachts tijdens het wachtlopen de nek niet goed hadden bedekt, een stijve nek gekregen. Anderen liepen een ontsteking van de amandelen op, of hadden last van een hese stem. Fichet

52. CELARIER, „Rapport médical sur la 3e campagne...”, 11-12.

53. C. KONINCKX, „Ziekten op zee. Pathologie van de zieken in de Grote Vaart in de achttiende eeuw”, *Mededelingen van de Marine Academie*, XXVI, 1980-1982, 41-45 ; R.E. MCGREW, *Encyclopedia of Medical History*. New York, 1985, 103-105.

54. FICHEFET, „Compte-rendu médico-chirurgical...”, 154-155.

raadde de matrozen aan niet meer op het dek te slapen. Ook het werken in ontbloot bovenlichaam moest volgens hem worden verboden.⁵⁵

Bovenstaande beschrijving wijst hoogstwaarschijnlijk op een epidemie van buiktyfus, al zijn andere darminfecties met bacteriële verwekkers eveneens mogelijk. De besmettelijke ziekte buiktyfus wordt veroorzaakt door micro-organismen van het geslacht *Salmonella*. *Salmonella*'s behoren tot de uitgebreide familie van de darmbacteriën, de *Enterobacteriaceae*. Besmetting kan op twee manieren gebeuren : door rechtstreeks contact of langs de omweg van besmet drinkwater, melk of ander voedsel. Directe besmetting vindt doorgaans plaats wanneer iemand met zijn handen in aanraking komt met de uitwerpselen of de urine van een drager van de ziekte. Hij krijgt de bacteriën naar binnen door een vinger naar de mond te brengen of door zijn voedsel te besmetten. De bacteriën of *salmonella*'s dringen zo door de darmwand en belanden in het bloed. Ze nestelen zich ook in de lymfeklieren van de darm en in het lymfatisch weefsel dat zich in de wand van het laatste gedeelte van de dunne darm bevindt : de plaques van Peyer. De bacteriën vormen een gifstof dat koorts, stoornissen van het bewustzijn, zweren en versterf in de plaques van Peyer veroorzaakt. De *salmonella*'s komen dan via het bloed in de gal terecht. Het is deze infectueuze gal die de ontlasting van de patiënt besmettelijk maakt voor zijn omgeving.

Hoe behandelden de Belgische dokters de tyfuspatiënten ? Enkele verslagen verschaffen hierover meer informatie. Fichet maakte tijdens de eerste reis handig gebruik van de tips die hij had gekregen van zijn collega's in de militaire hospitalen van Gorée en Saint-Marie de Bathurst. Toch probeerde hij ook eigen behandelingsmethodes uit. Aderlaten deed Durant slechts zelden. Nog veel minder deed hij een beroep op bloedzuigers. Patiënten met ernstige maagklachten behandelde hij vanaf de eerste verschijnselen met braakpoeder (*emetikum*). De zieken, waaronder hijzelf, kregen echter af te rekenen met een buitengewoon lusteloos gevoel. Hij besloot de dosissen te verkleinen tot 6 à 8 grains, wat hem goede resultaten bezorgde. De toestand van alle zieken verbeterde tussen de derde en de vijfde dag. Vervolgens gaf Fichet „amers”, „tonique”, een anti-koortsmiddel en een versterker, dagelijks 18 tot 24 grains kininesulfaat vermengd met muskus, kalomel of „acétate de morphine”. Dezelfde behandeling paste Fichet ook toe bij zieken met „fièvre bilieuse rémittente”. Hij suggereerde daarnaast het gebruik van ether en laudanum en het drinken van lindebloesemthee. Een heet bad zou volgens hem de zieken vlug opkrikken, maar dat was aan boord moeilijk realiseerbaar.

55. De bemanning had hier echter geen oren naar. Zelfs de officieren, die dreigden met strenge straffen, konden de bemanning blijkbaar niet de nodige discipline bijbrengen.

5. Besluit

De zeven expedities die de *Louise-Marie* ondernam naar het West-Afrikaanse kustgebied mogen op medisch vlak relatief succesvol worden genoemd. Er overleden weliswaar drie bemanningsleden, maar rekening houdend met de slechte klimatologische en hygiënische omstandigheden en de beperkte kennis van de artsen inzake tropische ziekten, was dat geen slecht resultaat. De Belgische marinegeneesheren Durant, Fichet en Célariet verklaarden de ziektebeelden – zoals de meeste van hun collega's – vanuit geografische en klimatologische factoren. De wind, het klimaat, atmosferische veranderingen en allerlei miasmata speelden volgens hen een cruciale rol. Geconfronteerd met een groot aantal ziektegevallen tijdens de eerste en tweede reis werd in samenspraak met de kapitein een reeks (preventieve) maatregelen ingevoerd. De duur van het verblijf werd ingeperkt en Victoria, waar van een verfrissende zeebries kon worden genoten, verving Ropass als standplaats. Verder werd in de mate van het mogelijke nauwlettend toegekeken op de algemene hygiëne aan boord en bij de bemanning. Ondanks deze voorzorgen belandde elke reis wel een deel van de bemanning in de ziekenboeg. Een statistisch overzicht van alle ziektegevallen die een bepaalde graad van werkonbekwaamheid tot gevolg hadden, reveleert dat men vooral had af te rekenen met remitterende en intermitterende koorts en maag- en darmproblemen, wat wijst op het voorkomen van malaria, gele koorts, dysenterie, buiktyfus, enz. De geneesheren van de *Louise-Marie* namen aanvankelijk de behandelingsmethoden van hun Franse en Britse collega's, die een ruime terreinkennis bezaten, over. Geleidelijk aan echter ontwikkelden ze een eigen werkwijze, die ze in de medische rapporten uitvoerig beschreven, en die ze ook onderling bespraken.

BIJLAGE : BIOGRAFIEËN SCHEEPSARTSEN

1) **Félicien-Joseph Durant** werd geboren in Brugelette (Henegouwen) op 14 januari 1805. Hij behaalde de diploma's van kandidaat in de natuur- en wiskunde en doctor in de geneeskunde aan de universiteiten van Leuven en Brussel. Hij begon zijn militaire loopbaan in 1826 als onbezoldigd stagiair in het opleidingshospitaal van Utrecht. Een jaar later werd hij in het landleger benoemd tot gezondheidsofficier derde klasse. Durant bleef na de revolutie van 1830 in het Belgische leger en kreeg de graad van bataljon-geneesheer. Enkele jaren later, op 13 februari 1835, nam hij vrijwillig ontslag. Maar in 1842 tekende hij opnieuw voor het leger, nu als heelmeeester-hulp-majoor eerste klasse bij de Marine. Durant was onder meer scheepsarts aan boord van het Belgische stoomschip „British Queen”. Vervolgens werd hij in 1843 aangesteld als scheepsarts van de schoener *Louise-Marie*. Aan boord van dit schip maakte hij twee reizen naar de Afrikaanse kusten. Durant ontving in september 1847 zijn benoeming tot heelmeeester-majoor tweede klasse; reeds twee maanden later werd hij gepromoveerd tot heelmeeester-majoor eerste klasse.

Teruggekeerd uit Afrika in 1849, werd hij twee jaar lang uit de actieve dienst genomen. Ondertussen studeerde Durant verder : hij behaalde het diploma van chirurg in 1850. Er viel hem bovendien een militaire onderscheiding te beurt. Voor zijn aandeel in de gevechten op de Rio-Nunez tijdens de expeditie van 1848-1849 werd hij benoemd tot ridder in het Ere-Legioen.

Vanaf 1851 was Durant verbonden aan het station van Antwerpen en de migratiedienst. In 1853 werd hij arts aan boord van de *Duc de Brabant*, waarmee hij naast vele reizen op de Noordzee en twee reizen naar Santo-Thomas de Guatemala (in 1853-1854 en 1854-1855), ook nog een laatste maal de West-Afrikaanse kust bezocht. Toen de *Duc de Brabant* in 1862 uit de vaart werd genomen, naar aanleiding van de opheffing van de Belgische marine, werd Durant op rust gesteld. Durant publiceerde in ABMM ook medische rapporten van zijn reizen naar Zuid-Amerika en van kruistochten op de Noordzee : „Rapport médical sur l'expédition du brick Duc de Brabant, de 1853-1854”, deel XV, 1855, 50-61 ; „Relation médico-chirurgicale de la campagne de 1854-1855 du brick Duc de Brabant”, deel XV, 1855, 389-404 en „Rapport médico-chirurgical sur la campagne du brig le Duc de Brabant dans la mer du Nord en 1856”, deel XVIII, 1856, 133-141.⁵⁶

2) **Charles-Louis Célarier** werd geboren in Antwerpen op 2 mei 1825. Hij liep school in het plaatselijke atheneum, waarna hij net zoals zijn vader voor doctor in de geneeskunde studeerde in Leuven. Célarier behaalde er zijn diploma in 1847. Hij begon zijn loopbaan onmiddellijk bij de Marine. In hetzelfde jaar nog startte hij bij de migratiedienst in Antwerpen als heelmeester onder-hulp-majoor ; in juli 1849 werd hij arts op de *Louise-Marie*. Célarier nam aan boord van dat schip deel aan diverse reizen op de Noordzee, naar de Rio Nunez en naar Santo-Thomas de Guatemala. In augustus 1850 ontving hij de graad van heelmeester hulp-majoor. Tussen november 1851 en december 1852 werd hij op reserve geplaatst. Van 1852 tot 1854 was Célarier verbonden aan de gezondheidsdienst in Oostende en opnieuw aan de migratiedienst van Antwerpen.⁵⁷ In november 1854 scheepste Célarier opnieuw in aan boord van de *Louise-Marie*, maar nu met de graad van „heelmeester-majoor tweede klasse. Hij stapte in 1859 over naar de landmacht en werkte daar nijverig verder aan een succesvolle carrière. Célarier bracht het van bataljon-geneesheer tweede klasse, en hoofdarts van de gasthuizen van Leuven (1874) en van Gent (1877), tot inspecteur-generaal van de gezondheidsdienst van het Belgische Leger in 1879. Hij ging in september 1890 op rust. Célarier overleed in Schaarbeek op 17 juli 1896.⁵⁸

3) **A. Fichet** werd geboren in Leuven op 25 september 1810. Hij studeerde geneeskunde in zijn geboortestad. Als heelmeester onder-hulp-majoor werd hij in december 1846 aangesteld op de *Duc de Brabant*. Teruggekeerd van een reis naar Zuid-

56. Voor biografische gegevens Durant zie : AKLM, stamboekregister, nummer 4330 ; L. LECONTE, *op.cit.*, 633-634 ; AMM, 1850, deel V, 83 en 327.

57. Zie hierover H. MAES, „De quarantainedienst op de Schelde (2)”, in *Het Land van Beveren*, XXXIX, 1996, 119-122.

58. AKLM, *Stamboekregister*, nummer 6803 ; AMM, 1896, deel LI, 67-70 ; L. LECONTE, *op.cit.*, 640 ; *Annuaire officiel de l'armée belge pour l'année 1897*. Brussel, 1897, 504.

Amerika werd hij op de reserve geplaatst van december 1848 tot juli 1849. Vervolgens was hij een tijdje verbonden aan de migratiedienst in Antwerpen. Vanaf 1851 nam Fichet als heemeester hulp-majoor deel aan drie opeenvolgende reizen naar Afrika. Fichet werd in november 1854 overgeplaatst naar het station van Oostende. Hij overleed er op 19 maart 1858.⁵⁹

59. L. LECONTE, *op.cit.*, 639.

ZEEKAARTEN VAN DE VLAAMSE KUST EN VAN DE WESTERSCHELDE VOOR EN NA DE ONAFHANKELIJKHEID VAN BELGIE IN 1830.

(deel I)

DOOR

Carlos VAN CAUWENBERGHE, ing.

Inleiding

„Hydrografie” kan worden gedefinieerd als het vakgebied, dat zich bezighoudt met de meting en de weergave van de parameters, die noodzakelijk zijn om de precieze natuur en de configuratie van de zeebodem te beschrijven, om de geografische relatie ervan tot het landoppervlak vast te stellen en om de andere fysische karakteristieken en de dynamica van de zeeën en oceanen op te meten en weer te geven.

De vernoemde parameters hebben betrekking op de bathymetrie of de dieptemeting, de geologie, de geofysica, de getijden, de stromen, de golven en de fysische eigenschappen van het zeewater.¹

Men kan her en der nog wel meer beknopte definities voor „Hydrografie” vinden.

Zo publiceerde de Internationale Hydrografische Organisatie in november 2002 nog :

*„Hydrografie is deze tak van de toegepaste wetenschappen, die zich bezighoudt met de meting en de beschrijving van de vormen van de zeeën en kustzones en dit vooral met het oog op de navigatie op zee en ook voor alle andere mariene doelstellingen en activiteiten, met inbegrip van de offshore activiteiten”, het wetenschappelijk onderzoek, de bescherming van het zeemilieu en de voorspellingsdiensten.”*²

1. UNITED NATIONS, *Meeting of the Group of Experts on Hydrographic Surveying and Nautical Charting*. New York, December 1977.

2. INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANISATION, *Revised definition of the term “hydrography”*. Circular Letter 55/2002.

Algemeen gezien, geven de zeekaarten, in hun verschillende vormen (namelijk grafisch op papier of elektronisch op beeldscherm), de basisresultaten van de hydrografische metingen weer ; zij vertonen de topografie van de zeebodem, met meerdere of mindere details (naargelang de gekozen schaal). Deze gegevens zijn onmisbaar, niet enkel voor de zeevarenden zelf (met name voor een veilige scheepvaart), maar ook voor die specialisten of wetenschapslui, die zich verdiepen in de studie en de problemen van het mariene milieu of die bijdragen tot de exploratie en de exploitatie van de zeebodem.

*

Gezien België pas onafhankelijk werd in 1830 en vermits het Belgisch zee- en Scheldegebied ingesloten of begrensd is door zones of gebieden van onze buurlanden (Nederland, Frankrijk en Engeland), hebben wij het opportuun geacht om de onderhavige geschiedenis tot 1830 in een ruimer perspectief te stellen. De evolutie van de zeecartografie wordt hierbij in het algemeen geschetst en verder gaat deze studie ook in op de analoge historische ontwikkelingen van de hydrografie in de hoger vernoemde landen.

*

DEEL I – KAARTEN VAN DE VLAAMSE KUST EN VAN DE WESTERSCHELDE VOOR 1830

De zeecartografie gedurende lange tijd in privé handen...

1.1. *De invloed vanuit het zuiden*

De scheepvaart is ongetwijfeld zo oud als de mens zelf...

Zeilaanwijzingen of uiterst primitieve zeekaarten zullen er wel altijd zijn geweest.

De oudste bekende kaarten zijn deze van de Griekse astronoom en **geograaf Claudius Ptolemaeus** (ca. 87 - ca. 150 na Chr.), waarbij vooral het gebied van de Middellandse Zee reeds vrij nauwkeurig werd weergegeven.³

Deze documenten werden gevoegd bij zijn „Geographia” (ca. 140 na Chr.), bestaande uit acht – in het Grieks geschreven – Boeken met aanwijzingen om geografische kaarten te tekenen.

Voor een deel zou het werk van Ptolemaeus gebaseerd zijn geweest op dat van Marinus van Thyrsus.

Na de val van het Romeinse rijk kwam al deze kennis in de handen van de Arabieren, zodat ze voor vele eeuwen verloren ging voor de West-Europese cultuur.⁴

3. MAPPAMUNDI – MBZ, *Flanders and the Seven Seas*. Mappamundi Publishers, Knokke, 1990.

4. R. PUTMAN, *Oude scheepskarten en hun makers – Hoogtepunten uit vijf eeuwen cartografie*. Atrium, Alphen-aan-de-Rijn. 1988,2.

De vroegste zeilaanwijzingen waren gekend als „peripli”.

Dit woord, dat stamt uit het Grieks (περιπλεω = omvaren, varen), werd reeds gebruikt in de tijd van Ptolemaeus : er bestaat immers een Grieks manuscript van de „Periplus van de zo genoemde Eritreese Zee” in Heidelberg.⁵

Deze zee zou hebben verwezen naar de Rode Zee en de maker van de kaart in kwestie (die dateert van de periode tussen 95 en 130 na Chr.) zou een Griek of een Grieks sprekende Arabier uit Alexandrië zijn geweest.⁶

Pas veel later volgden de **portulaankaarten** („portolano” in het Italiaans), of kompas- of wielkaarten genoemd (R. PUTMAN, *Oude scheepskarten en hun makers – Hoogtepunten uit vijf eeuwen cartografie*, p. 11 e.v.).

Dit systeem bestond reeds in de 10de eeuw, doch kwam pas in het begin van de 14de eeuw volop in gebruik, nadat het magnetisch kompas was uitgevonden en nadat dit ook operationeel werd op de toenmalige zeeschepen.

Het concept van de portulaankaart bestaat uit een lijnensysteem, waarbij, vanuit een 16-tal op een cirkel gelegen punten, de kompaslijnen (of „rhumb-lines”) per 1 kompasstreek (22,5°) werden uitgestraald.

In eerste instantie betrof het zeekaarten van de Middellandse Zee ; Italiaanse en Catalaanse zeevaarders waren er de eerste gebruikers van.

De oudste portulaankaart, die bewaard is gebleven, is de „kaart van Pisa”, zo genoemd omdat deze vroeger in het bezit was van een familie uit de voornoemde kunststad ; sinds 1829 wordt dit document bewaard in de „Bibliothèque Nationale” in Parijs.⁷

Deze kaart van de Middellandse Zee is getekend op dierenhuid, wellicht in Genua, op het einde van de 13de eeuw .

*

Gedurende de 14de en de 15de eeuw, gebruikten de zeelui deze, op perkament (geiten- of schapenvel) vervaardigde kompaskaarten. Ze dienden voor de handel tussen de havens van de Middellandse Zee (Venetië, Genua, Livorno, Majorca met Palma en Catalonië met Barcelona) en de wolcentra in Zuid-Engeland en de Lage Landen (vooral Vlaanderen). Momenteel zouden er ca. 180 portulaankaarten bewaard zijn gebleven.

Bekende makers van deze kaarten waren o.m. Pietro Visconte in Venetië, Grazioso Benincasa in Genua en Gabriel de Vallescha op Majorca.⁸

5. G. W. B. HUNTINGFORD, *The Periplus of the Erythraean Sea*. The Hakluyt Society. London, 1980.

6. S. RITCHIE, „As it Was” by the Old Hydrographer. Hydro International. July/August 1998.

7. S. RITCHIE, „As it Was” by the Old Hydrographer. Hydro International. April 1999.

8. T. CAMPBELL, *Portolan Charts from the late Thirteenth Century to 1500*. „The History of Cartography”, Vol. I, University of Chicago Press, 1987.

1.2. Evoluties in het noorden

Pas vanaf de 16de eeuw is er onder stimulans van het Noorden (Frankrijk, Vlaanderen, Nederland, Engeland) een en ander veranderd in de cartografie in het algemeen en op de zeekaarten in het bijzonder. In hoofdzaak was deze bedrijvigheid een privé aangelegenheid.⁹

*

De Vlaming Gerard De Kremer, alias **Gerardus Mercator Rupelmondanus** (1512-1594), geboren te Rupelmonde en gestorven te Duisburg in Duitsland, was ongetwijfeld de meest belangrijke cartograaf van zijn tijd.¹⁰

Deze veelzijdige man, leerling van de cartograaf Gemma Frisius (1508-1555) aan de Universiteit van Leuven, deed o.m. een reconstructie van het werk van Claudius Ptolemaeus en bekwaamde zich in het vervaardigen van hemel- en aardglobes, alsook in het ontwikkelen van astronomische instrumenten, zoals astrolabia, zonnewijzers, enz.

Nadat hij eerst werkzaam was te Leuven, week hij in 1552 naar het op ideologisch vlak meer tolerante Duitsland (namelijk naar Duisburg). Zo geraakte hij vooral bekend voor het – naar zijn (Latijnse) naam genoemde – cilindrisch projectiesysteem, dat de hoekgetrouwheid of de conformiteit op de zeekaarten voor het eerst garandeerde. Tot op heden vindt dit systeem nog steeds zijn toepassing op de moderne zeekaarten. Op zijn universele wereldkaart van 1569 werd dit systeem van de „wassende” kaart voor het eerst toegepast.

Dezelfde Mercator was trouwens ook de eerste die de benaming „Atlas” in voege heeft gebracht voor zijn gebonden verzameling van – in hoofdzaak – landkaarten, en dit naar de naam van de mythische koning van Mauretanië die, volgens de legende, als eerste een hemelglobe zou hebben vervaardigd.

Het voor de zeelui zo noodzakelijke Mercatorsysteem werd echter in de 16de en de 17de eeuw niet zo meteen op de zeekaarten toegepast, vooral omdat de oplossing van het probleem van de lengtebepaling op zee vrij lang op zich liet wachten. Pas in de 18de eeuw kon het worden opgelost... Zie verder sub 2.3.

De werkwijze van zijn cartografisch systeem heeft Mercator nooit bekend gemaakt.

9 CHEF DE HYDROGRAFIE, *Catalogus van de tentoonstelling „Met lood en lijn”* in het Maritiem Museum „Prins Hendrik” te Rotterdam, 18 juli – 30 september 1974 ter gelegenheid van het honderdjarige bestaan van de afdeling Hydrografie van het Ministerie van Defensie (Marine), 1974.

10. KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK ALBERT I TE BRUSSEL, MUSEUM PLANTIN-MORETUS TE ANTWERPEN EN MERCATORMUSEUM TE SINT-NIKLAAS, *Gerard Mercator – Cartograaf 1512-1594*. Gemeentekrediet, 1994.

Pas in 1599 heeft de Engelse wiskundige Edward Wright (1558-1615) in zijn „Certaine Errors in Navigation detected and corrected” voor het eerst hiervoor een wetenschappelijke verklaring gegeven.¹¹

*

Als hulpmiddel voor de plaatsbepaling op zee binnen gezichtsafstand zijn de getekende kustprofielen steeds heel belangrijk geweest.

De geschiedenis ervan voert ons terug naar de 15de eeuw toen de eerste gedrukte zeemansgidsen verschenen.

De oudste gekende zeemansgids is „**Le Routier de la Mer**” van **Pierre Garcie** uit Rouen, die uitgegeven werd in de periode tussen 1502 en 1510 en die alleen nuttig was voor de kusten van Frankrijk, Spanje en Portugal. In 1520 volgde een tweede meer uitgebreide uitgave, namelijk „**Le grand Routier**”, alwaar kustprofielen en silhouetten van markante gebouwen voor het eerst zijn weergegeven.

Ook de Portugese „roteiros” uit de jaren 1538-1539 geven aanzichten van de kust en zijn mogelijks gebaseerd op 15de eeuwse voorstellingen. (CHEF DER HYDROGRAFIE, *Catalogus van de tentoonstelling „Met lood en lijn”*, p. 34 e.v.).

1.2.1. *Evoluties in Nederland*

In de tweede helft van de zestiende eeuw beschikte de zeeman reeds over heel wat basisinformatie over onze West-Europese kustwateren en over de Oost-zee.

Hieraan ging er echter een ganse evolutie vooraf.

*

– Jan Greupel uit Amsterdam gaf in 1532 een zeemansgids uit, die de zeevaartroutes vanaf de zuidelijke Baltische Zee tot Spanje en Portugal beschreef. Dit was de eerste editie van wat de Hollanders „leeskaarten” noemden. Blijkbaar is deze Nederlander geïnspireerd geweest door de Fransman Pierre Garcie (zie hoger).

– De Amsterdammer Cornelius Anthonisz maakte zich verdienstelijk door de uitgave in 1544 van zijn „Caerte van die Oosterse See”, dit is een zeemansgids, die kon worden gebruikt vanaf de Zuiderzee tot de Oostzee, de Duitse Bocht en Noorwegen. Alleen een latere editie uit 1558 is bewaard gebleven.

Ook in 1543 had Anthonisz reeds zijn eerste kleinschalige zeekaart of paskaart ontworpen, die echter verloren is geraakt. Van zijn „Caerte van Oostland” uit 1560 is slechts één exemplaar bewaard gebleven.

11. R. A. BLONDEAU, *Mercator van Rupelmonde*. Uitgeverij Lannoo, Tielt, 1993.

Voor de weergave van de Vlaamse kust tot Jutland heeft Anthonisz wellicht beroep gedaan op een oudere portulaankaart van 1462 van Petrus Roselli uit Palma op Majorca.¹²

– **Lucas Janszoon Waghenaer** uit Enkhuizen (1533 of 1534-1606) publiceerde, na de tussenkomst van zijn vriend François Maelson, in **1584** te Leiden (bij de uitgever Christoffel Plantijn, die tijdelijk vanuit Antwerpen naar het veilige noorden was uitgeweken) het eerste deel van zijn decoratieve zeeatlas „**Spieghel der Zeevaerdt**”.¹³

Buiten de zeilaanwijzingen bevat deze atlas ook een verzameling kaarten.

De eerste kaart hiervan is kleinschalig en was bedoeld als overzicht van de Europese kusten ; de volgende 22 paskaarten zijn grootschaliger.

Zo werden o.m. de Vlaamse kust en de Monding der Westerschelde opgenomen.

Het tweede deel van de „Spieghel” verscheen in 1585 met 22 kustkaarten.

De beide delen kwamen in 1586 beschikbaar onder één grote zeeatlas met Nederlandse en Latijnse teksten ; zo werden de kusten vanaf de Witte Zee in het noorden tot de Middellandse Zee in het zuiden weergegeven.

In 1588 (het jaar van de Armada) verscheen hiervan, opnieuw dank zij Maelson (die intussen ambassadeur van de Staten van Holland en West Friesland in Engeland was geworden), een eerste Engelse versie, „The Mariners Mirrour” genoemd ; de productie werd uitgevoerd door Anthony Ashley.

Deze kaarten geraakten zodanig bekend dat zij in het Engels de „Waggoners” werden genoemd, dit is een verbastering van de naam „Waghenaer”.

In 1589 en 1590 kwam een editie in de Duitse en de Franse taal op de markt.

Zelfs tot in 1666 verschenen nog tal van Nederlandse en Engelse edities.

In 1592 kende deze uitgave een verkleinde en verbeterde uitgave in het langwerpig oblong formaat met 22 kaarten en werd „Het Thresoor der Zeevaert” genoemd ; bij de zeelui was de belangstelling hiervoor groter dan voor de „Spieghel”.

Waghenaer was wellicht ook de eerste, die zich eraan waagde om, o.m. voor de kusten van Vlaanderen, enkele banken met de nog bestaande namen als Broers en Ruyting zeer rudimentair weer te geven.¹⁴

– Pas vanaf de zestiende eeuw kwam de scheepvaart van de Hollanders op de Middellandse Zee op gang, waardoor reeds in **1595** de kaartenatlas „**Caert-**

12. S. RITCHIE, „As it Was” by the Old Hydrographer. Hydro International. October, 1999.

13. S. RITCHIE, „As it Was” by the Old Hydrographer. Hydro International. September, 2000.

14. C. KOEMAN, *The History of Lucas Janszoon Waghenaer and his „Spieghel der Zeevaerdt”*. University of Utrecht, The Netherlands. Sequoia S.A., Lausanne, 1964.

boek van de Midtlantsche Zee” op de markt kwam, uitgegeven door de (latere) poolreiziger **Willem Barentz** (ca. 1550-1597).

Hieraan werkten ook mee de Vlamingen Petrus Plancius, of Peter Platevoet, uit Dranouter (1552-1622), Jodocus Hondius of Joost d’Hondt uit Wakken (1563-1612) en de Gentenaar Petrus Kaerius of Pieter van den Keere (1571-na 1646). De Zuidelijke Nederlanden waren genuilkorfd met inquisitie en soldateska, zodat de voornoemde Vlaamse cartografen, na de overgave van Gent (in 1584) en na de val van Antwerpen (in 1585), via Engeland naar Holland waren uitgeweken. In Amsterdam zetten ze hun cartografische activiteiten voort (R. PUTMAN, *Oude scheepskarten en hun makers – Hoogtepunten uit vijf eeuwen cartografie*, p. 16 e.v.).

*

Naar het einde van de 16de eeuw geraakten de Nederlandse kooplieden meer en meer geïnteresseerd in de specerijenhandel op Azië, te meer daar het Portugese monopolie op deze handel wankelde.

Op hun weg naar Azië werden de Hollandse schepen, die de havens op het Iberisch schiereiland aandeden, in beslag genomen. Aldus werd in eerste instantie getracht om via de Noordelijke IJszee een weg naar het verre Oosten te vinden. Een drietal pogingen werden ondernomen (1594, 1595 en 1596-1597), waarbij Willem Barentsz als wetenschappelijke leider meevoer; de laatste reis liep faliekant af voor Barentsz omdat hij, na een lange overwintering onder grote ontberingen, de bewoonde wereld niet meer heeft kunnen bereiken; zijn metgezellen bereikten echter wel het schiereiland Kola.

In 1595 vertrok de eerste Nederlandse expeditie (met 4 schepen) naar Zuidoost-Azië onder de leiding van de vrij ruwe en ondiplomatische kapitein Cornelis de Houtman (1565-1599); via de Kaap de Goede Hoop werden de specerijeilanden bereikt in juli 1596.

Ook het reisverhaal „Itinerario, Voyage ofte Scheepvaart” van 1596, opgesteld door Jan Huygen van Linschoten (1563-1611) heeft er blijkbaar toe bijgedragen om in Holland, op initiatief van Johan van Oldenbarnevelt (1547-1619), op 20 maart **1602** de verschillende compagnieën in één onderneming te verenigen, nl. de „**Vereenigde Oost-Indische Compagnie**” of kortweg **VOC**.

Het algemeen beleid van deze maatschappij was in de handen van zeventien personen, de „Heren XVII” genaamd.

Deze „welvarende” maatschappij kon doorgaan tot 1798 en was de grote stimulator om – voor die tijd – betrouwbare zeekaarten te laten vervaardigen; deze waren immers onmisbaar voor deze Nederlandse handelsvloot om de veelvuldige handelsreizen naar het Verre Oosten, langs Afrika om, op een veiliger manier te kunnen ondernemen.¹⁵

*

15. F.S. GAASTRA, *De geschiedenis van de VOC*. 3de druk Zutphen, 2002.

Zo hebben verschillende kaartenmakers (waaronder ook weer meerdere Vlamingen) voor de VOC gewerkt (CHEF DER HYDROGRAFIE, *Catalogus van de tentoonstelling „Met lood en lijn”*, p. 15 e.v.); de meest bekende cartografen waren :

- Petrus Plancius (zie ook hoger) vanaf 1602 tot 1622 ;
- Augustijn Robaert tot 1617 ;
- Hessel Gerritsz van 1617 tot 1632 ;
- de **familie Blaeu** van 1633 tot 1705 met Willem Janszoon (1571-1638), die van 1635 tot 1638 als officiële kaartenmaker van de VOC werd erkend, met Joan (1598-1673) en diens broer Cornelis (ca. 1610-1642) en Johan (1672-1705) ; Isaac de Graaf was werk-zaam als tweede cartograaf bij de familie Blaeu (waarschijnlijk vanaf 1691 tot 1743) ;
- de **familie van Keulen** met o.m. Joannes (1654-1715), Gerard (1678-1727) ; dit huis verwierf zelfs het monopolie vanaf 1743 tot het einde van de VOC (einde 18de eeuw).

Het huis van Keulen, dat rond 1680 op de uitgeversmarkt verscheen, trok nadien geleidelijk de verkoop van de zeekaarten en van de zeemansgidsen naar zich toe en was zo gedurende 200 jaar (namelijk van 1680 tot 1885) de „*private hydrografische dienst in Nederland*”.¹⁶

Deze kaartenmaker had de volgende taken :

- het doorlezen van de journalen, het verbeteren en het opstellen van navigatie-instructies ;
- het vermenigvuldigen van de kaarten door het maken van kopieën met de hand ;
- het beheer van de stuurmansgereedschappen.

*

Ook de in 1621 opgerichte **West-Indische Compagnie (WIC)** had cartografen nodig, doch deze compagnie was minder succesvol dan de VOC en werd in 1674 een eerste maal opgeheven ; na een nieuwe oprichting verdween ze in 1792 definitief.

*

In de loop van de zeventiende eeuw verschenen in Nederland o.m. volgende zeeatlassen (R. PUTMAN, *Oude scheepskarten en hun makers – Hoogtepunten uit vijf eeuwen cartografie*, p. 60 e.v. en MAPPAMUNDI – MBZ, *Flanders and the Seven Seas*, p. 10 e.v.) :

16. R.T.M. GULEIJ, *Voorlopige inventaris van de in serie ondergebrachte kaarten en hydrografische bescheiden, behorend tot het archief van de Hydrografische Dienst te Den Haag. (ca. 1750-1962)*. Algemeen Rijksarchief – Afdeling Kaarten en Tekeningen. 's Gravenhage, 1990.

- in 1608 : het „Licht der Zeevaart” van **Willem Janszoon Blaeu**, later de „**Atlas Mayor**” genoemd (in 9 tot 12 delen naargelang de taal) ;
- in 1638 : de „Water-Weereld”, als uitbreiding van de Atlas Novus (later de „Atlantis Majoris” genoemd) van Henricus Hondius (zoon van Judocus) en Johannes Janssonius (1588-1664), schoonzoon van Judocus Hondius, behorende tot een familie, die concurreerde met de Blaeu’s ;
- in 1650 : de zeeatlas van Jacob Aerts Colom (1600-1673) ;
- in 1659 : de zeeatlas van Hendrik Doncker (1625 of 1626-1699) ;
- in 1666 : de „Zee-Atlas ofte Waterweereld” van Pieter Goos (1615 of 1616-1675), zoon van de Vlaming Abraham Goos (1590-1643) ;
- in 1675 : de „Orbis Maritimus ofte Zee Atlas” van Frederick de Wit (1630-1706), die zevenentwintig zeekaarten bevatte ;
- in **1680** : de „**Groote Lightende Zee-Fakkel**” als zeemansgids en de „Zee-atlas ofte Water-werelt” van Joannes van Keulen ;
- in 1694 : de „Atlas Maritime” van Pieter Mortier en Romeijn de Hooghe : zie 1.2.
- in 1697 : de zeeatlas „Het Nieu en Compleet Paskaert Boek van de Noord en Oost-Zee” van Johannes Loots.

Andere, wat minder gekende namen van kaartenmakers in Nederland waren : Cornelis Doetz, Antonie Jacobszoon Lootsman en Jacobus Robijn.

De twee delen van de atlas van Waghenaeer en het „Caertboeck” van Barentsz in de zestiende eeuw bevatten dus reeds de kaarten van alle Europese wateren, inclusief deze van de Vlaamse kust.

Op de paskaarten van de 17de eeuw werd stilaan ook meer informatie over het bankengebied voor de Vlaamse kust verstrekt. Weliswaar was alles nog beperkt tot een schetsmatige weergave van enkele banken en geulen, samen met de weergave van enkele diepten.

Hierop vindt men een oud-Vlaamse visserstoponymie voor deze banken of geulen terug.

Namen als 't Scheurtje, Cams, Noordercams, Booneland, Wittebank, Oude-moersbank of Oudebank, Sandele, Steenbank, Drijstal of Driestal (nu de Breed-bank), Vuylbaert of Wilbaert, Op 't Gladde, de Kute, Calsbank (nu de Smal-bank), Quade-bank (thans de Snowbank), het Klif (Sandettie), Lomea (nu de Goodwin Sands) zijn thans verdwenen ; andere namen zijn evenwel gebleven, zoals de Negenvaam, de Wielingen en de Broers-, Dijk-, Ratel-, Braak-, Smal-, Breed-, Akkaert- en Goote-bank).^{17, 18}

17. J. VAN VEEN, *Onderzoekingen in de Hoofden in verband met de gesteldheid der Nederlandsche kust*. 's Gravenhage. 1938.

18. C. VAN CAUWENBERGHE, *De Vlaamse Banken*. Tekst van een spreekbeurt op 26/02/87 voor de Oostendse Heemkundige Kring „De Plate”. Rapport van de Hydrografische Dienst nr. 32.

De latere Nederlandse zeeatlassen van de zeventiende eeuw hebben de gekarteerde gebieden uitgebreid tot de andere werelddelen.

De eerste zeeatlassen bevatten ook aanwijzingen voor de navigatie (zeemansgidsen), doch vanaf de „Atlas Novus” van Janssonius was dit minder het geval.

Zoals reeds hoger aangestipt, hebben de Hollanders zich, met de hulp van enkele naar het noorden uitgeweken zeer competente Vlaamse cartografen, in de loop van de zeventiende eeuw een monopolie op het vlak van de zeecartografie weten te verwerven, die nog zou aanhouden tot in de eerste helft van de achttiende eeuw.

1.2.2. *Evoluties in Frankrijk*

De verdiensten van de inspirator **Pierre Garcie** uit Rouen werden reeds in 1.2. onderstreept.

In Frankrijk had men in Dieppe reeds, rond de eeuwwisseling (einde van de 15de eeuw, begin 16de eeuw) een getalenteerde en toegewijde priester, Pierre Descelliers, die de zeelieden stimuleerde om hun ervaringen en alle mogelijke hydrografische informatie uit te tekenen.¹⁹

Een en ander was de aanleiding om daar de eerste hydrografische school (**de school van Dieppe**, de zogenoemde „Ecole d'hydrographie privée”) op te richten, die aan de Franse Marine haar beste loodsen en cartografen leverde.

Eén van deze cartografen was Jean Rotz van Schotse afkomst, die, gezien in het kader van deze tijd, een nogal bizarre loopbaan heeft gekend.²⁰

Hij hoopte eerst bij de Franse koning François II als hofcartograaf aangesteld te zullen worden, doch, teleurgesteld in zijn verwachtingen, trok hij in 1542 naar Engeland en werd hij later bij koning Hendrik VIII de „Royal Hydrographer”.

De atlas van Rotz, bestaande uit 12 mooie kaarten, werd „Boke of Idrography” genoemd (R. PUTMAN, *Oude scheepskaarten en hun makers – Hoogtepunten uit vijf eeuwen cartografie*, p. 33).

Bij de dood van deze koning in 1547 deed Rotz de nodige stappen bij de Franse ambassadeur in Londen om terug te keren naar Frankrijk. Ondanks zijn delicate positie als cartograaf lukte het hem. Zo kwam hij in dienst bij de Franse koning Henri II.

Nadien (namelijk in 1559) was hij nog betrokken in de alliantie tussen Frankrijk en Schotland om, door het zenden van een Franse vloot, Marie de Guise (alias Mary Stuart) bij te staan in haar strijd tegen de Schotse Protestanten...²¹

19. S. RITCHIE, „As it Was” by the Old Hydrographer. Hydro International. March 2002.

20. SERVICE HYDROGRAPHIQUE ET OCÉANOGRAPHIQUE DE LA MARINE, *Hydrographie, passeport pour le XXI^{ème} siècle*. Hebdomadaire de la Marine et des Arsenaux. Janvier 1966.

21. S. RITCHIE, „As it Was” by the Old Hydrographer. Hydro International. September 2002.

De Normandiërs Pierre en Jacques de Vaulx waren als stuurman en kaartenmaker reeds werkzaam in Le Havre, alwaar ze in 1613 een portulaankaart van de noordelijke Atlantische oceaan uitgaven (CHEF DER HYDROGRAFIE, *Catalogus van de tentoonstelling „Met lood en lijn”*, p. 91).

In 1661 nam Jean Baptiste **Colbert** (1619-1683), als Minister van Financiën, Koophandel, Marine en Koloniën en als stichter van de Franse oorlogsvloot onder koning Lodewijk XIV, voor rekening van het „Departement de la Marine” deze hydrografische school over. Hij stichtte bovendien analoge scholen in andere Franse havens zoals Toulon, Bayonne, Le Havre, Brest en Marseille.

Vanuit deze centra werkten de Franse „Ingénieurs de la Marine” met hun „Maîtres d’Hydrographie” samen om geleidelijk de totaliteit van de Franse kusten op te meten (S. RITCHIE, „*As it Was*” by the Old Hydrographer, p. 10 e.v.).

De Fransen beschouwen verder Nicolas Sanson d’Abbeville (1600-1667) als hun eerste belangrijke cartograaf. Zijn eerste atlas verscheen in 1654 en zijn belangrijkste werk in 1658, namelijk de „*Cartes générales de toutes les Parties du Monde*”.

Na zijn dood namen zijn zonen Guillaume en Adrien de uitgeverij over ; de graveur-uitgever **Alexis Hubert Jaillot** werd tevens als partner bij de zaak betrokken. Deze laatste zou trouwens als eerste de titel van „**Géographe du Roy**” verkrijgen.

Zijn „Atlas Nouveau” met landkaarten uit 1674 zal trouwens herhaaldelijk worden herdrukt.

Wellicht heeft men in Frankrijk het voorbeeld van de succesrijke Nederlandse zeeatlassen willen volgen, want in 1693 werd de zogenoemde „**Neptune François** ou Atlas Nouveau des Cartes Marines” uitgegeven ; deze zeeatlas, die 29 zeekaarten bevatte, gaande van Noorwegen tot Gibraltar, zou gepubliceerd zijn door de Franse, in Amsterdam gevestigde Hugenoot, Pieter Mortier (1661-1711) in opdracht van de familie Jaillot uit Parijs.

De kaarten zelf waren van de hand van de Franse kaartenmakers Pene en Cassini.

De tweedelige zeeatlas „Atlas Français” volgde in 1694.

In 1700 verscheen de tweede editie, de „Suite de Neptune François” genoemd.

In het huis Mortier in Amsterdam kon men toen ook de publicaties van Nicolas Sanson verkrijgen. (MAPPAMUNDI – MBZ, *Flanders and the Seven Seas*, p. 12 e.v.)

1.2.3. Evoluties in Engeland

Zoals reeds aangestipt sub 1.1.1., heeft men in Engeland gedurende lange tijd de – in het Engels vertaalde – zeeatlassen van de Hollanders gebruikt.

In 1.2.2. werd reeds de figuur van de Franse Schot Jean Rotz beschreven.

De uitgave van deze kaarten was in Engeland in de 16de en grotendeels ook in de 17de eeuw een privé aangelegenheid.

Zo hebben zich geleidelijk enkele befaamde „chart sellers” in London gevestigd.²²

De eerste was **John Seller** in Londen, die, met de koninklijke steun van Charles II, in 1670 het eerste deel van „The English Pilot” publiceerde ; hierdoor verkreeg hij de titel van „**Hydrographer to the King**”.

Deze zeemansgids, die aanzien wordt als een navolging van de Nederlandse „Zeespieghel”, bevatte ook reeds kaarten of precieze schetsen.

De „English Pilot” van 1671, uitgegeven door John Thornton, bevatte nog kaarten van Nederlandse oorsprong.

In 1693 publiceerde de marineofficier **Greenville Collins**, die was aangesteld tot „Hydrographer to the King”, zijn „Great Britains Coasting Pilot” met 48 kust- en haven-kaarten van de Britse kusten, waardoor men zo reeds gedeeltelijk onafhankelijk werd van de Nederlandse zeekaarten (MAPPAMUNDI – MBZ, *Flanders and the Seven Seas*, p. 19).

Het huis Seller werd in 1697 overgenomen door John Senex, die actief was tot 1740.

In de loop van de 18de eeuw werd het voorbeeld van het huis Seller (later Senex) opgevolgd door enkele andere befaamde Engelse kaartenmakers, zoals o.m., Mount & Page (rond 1700), Phil Overton van 1720 tot 1745, Robert Sayer, alleen of in „partnership” met John Barrett, van 1745 tot 1794, John Hamilton Moore in 1763, William Heather (in 1765), Robert Laurie & James Whittle (vanaf 1794).

Pas in 1903 zouden een drietal van deze huizen, die ondertussen ook reeds van naam waren veranderd, samensmelten tot **Imray, Laurie, Norie & Wilson, Ltd.** (ELENA WILSON, *The Story of the Blue Back Chart*, p. 10 e.v.)

2. Het toezicht van de militaire overheid op de hydrografische kartering

Dit toezicht is er in Europa uiteindelijk gekomen voor militaire doeleinden (ondersteuning van de oorlogsvloot).

2.1. Frankrijk

In Frankrijk kunnen de tussenkomsten van Colbert reeds worden gezien als een aanzet tot de overname van hydrografische metingen door de diensten van de Lodewijk XIV.

22. Elena WILSON, *The Story of the Blue Back Chart*. Imray, Laurie, Norie & Wilson, Ltd. London, 1937.

De feitelijke inmenging van staatswege kan worden aangenomen vanaf 1720 door de oprichting van de „Dépôt général des cartes, journaux et mémoires concernant la navigation, later kortweg „Dépôt de la Marine” genoemd.

Pas in 1886 zal deze instelling „Le Service Hydrographique de la Marine” worden genoemd.

Jacques-Nicolas Bellin (1703-1772) was de eerste „Ingénieur de la Marine” van de Franse hydrografische dienst. Hij was er meer dan 50 jaar in dienst.

Zijn „**Hydrographie Française**” van 1756 omvatte 100 zeekaarten van de toen gekende wereld ; nadien werden hiervan nog verschillende edities gemaakt in de periode 1772-1830.

Hij werd benoemd als „**Hydrographe du Roy**” en verwierf tevens het lidmaatschap van de „Royal Society” in Londen. (MAPPAMUNDI – MBZ, *Flanders and the Seven Seas*, p. 16)

2.2. Nederland

In Nederland is het jaar **1787** kenmerkend als begindatum voor een eerste „**aanzet tot overheidstoezicht**”, namelijk door de instelling van de „Commissie tot de zaaken, het bepalen der lengte op zee en de verbetering der zeekaarten betreffende”.

De werving van de leden van deze Commissie geschiedde uit de zogenoemde „Admiraliteit van Amsterdam” en uit de „beoefenaren van de fysische en astronomische wetenschappen”.

Pas in 1846 zal de voornoemde commissie een andere naam krijgen, namelijk de „Commissie tot het examineren der zeeofficieren, adelporsten en stuurlieden, tevens belast met het opzicht over de uitgave van een zeemansalmanak, der zeevaartkundige berichten en zeekaarten” .

Tussen 1787 en 1846 bleef de verkoop van de zeekaarten en de zeemansgidsen evenwel in handen van het Huis van Keulen. Pas vanaf 1846 werden er ook zeekaarten bij het Departement van de Marine verkoopbaar gesteld. Bij de opheffing van het Huis van Keulen in 1879, nam de boekhandel van de Gebroeders van Cleef in Den Haag deze taak over. (CHEF DER HYDROGRAFIE, *Catalogus van de tentoonstelling „Met lood en lijn”*, p. 33 e.v.).

De Nederlandse traditie (die heden nog bestaat) om zeekaarten in boekhandels te verkopen kent dus reeds een lange geschiedenis...

2.3. Engeland

Hoewel de zeecartografie in Engeland in de 18de eeuw ook nog een louter privé-aangelegenheid was (zie hoger sub 1.3.), introduceerde de „Admiralty” toch in de loop van de 18de eeuw belangrijke verbeteringen voor de navigatie in het algemeen en voor de geografische plaatsbepaling op zee in het bijzonder.

- Vooreerst kon er gebruik worden gemaakt van de octant van Hadley (in 1731) ; naar het einde toe van deze eeuw werd dit systeem van hoekbepaling op zee geoptimaliseerd door de invoering van de **sextant** (in 1778).
 - Vervolgens werd het systeem van de magnetische variatie, uitgevonden door de Engelse sterrenkundige **Edmond Halley** (1656-1742), toepasbaar op de zeekaarten voor de ganse wereld.
 - Verder werd het probleem van de lengtebepaling op zee opgelost ; immers gedurende lange tijd was de lengtebepaling op zee een groot probleem wegens de onmogelijkheid tot het meten van de precieze tijd.
 - Na verschillende scheepsrampen werd met de „1714 Act of Parliament” de „Great Longitude Prize” uitgelooft aan degene, die, voor het eerst, een methode kon ontwerpen om met voldoende nauwkeurigheid de lengte op zee te bepalen.
 - De geniale Britse uurwerkmaker **John Harrison** (1693-1776) die gedurende zijn leven, lange tijd niet voldoende naar waarde werd geschat, kreeg pas in 1773 het totale uitgelooft bedrag van 20.000 pond en dit pas na het ontwerpen van zijn vijfde scheepsklok H5 en nadat hij, ten einde raad, een petitie bij het Engelse Parlement had ingediend...^{23, 24}
 - Met de ontdekkingsreizen van **James Cook** (1728-1779) in de Stille Oceaan vanaf 1769, die een kopie van Harrison's scheepsklok H4 aan boord had, werd voor veel kusten en eilanden de juiste ligging bepaald.
 - Belangrijk is ook dat de triangulatie-methode, die in Frankrijk voor de land-cartografie werd ontwikkeld door vader Jean Dominique en zoon Jacques Cassini, door de **Schot Murdoch Mackenzie**, leerling van de Schotse mathematicus Colin Maclaurin, voor het eerst in 1750 werd toegepast voor het samenstellen van zijn kaartenatlas „Orcaides”.
- Dit belangrijk werk bevatte 5 zeekaarten van de Orkneys, ten noorden van Schotland ; een en ander was immers het gevolg van de ramp met het Zweedse schip „Svecia” aldaar in 1740.
- Dezelfde Murdoch Mackenzie publiceerde in 1770 zijn handboek „A Treatise of Maritime Surveying”, waarin hij een lans brak voor de uitvinding van de praktische **plaatspasser of stigmograaf**, die hij in zijn werk „station pointer” noemde ; dit zeer belangrijk hydrografisch instrument werd pas tegen het einde van de 18de eeuw ontwikkeld door Graeme Spence en Joseph Huddart.^{25, 26}
- Men kan dus gerust beweren dat, in de loop van de 18de eeuw, belangrijke verbeteringen zijn ingevoerd op nautisch vlak en dat zelfs, vooral naar het einde toe van deze eeuw, de basis is gelegd van de moderne hydrografie ; voor

23. JONATHAN BETTS, *John Harrison. Royal Greenwich Observatory*. 1993.

24. DAVA SOBEL, *Longitude*. Walker and Company, New York, 1995.

25. S. RITCHIE, „As it Was” by the Old Hydrographer. Hydro International. June 1997.

26. S. RITCHIE, „As it Was” by the Old Hydrographer. Hydro International. August 1997.

de plaatsbepaling zullen immers de sextant en de plaatspasser de basisinstrumenten blijven tot de Tweede Wereldoorlog.

*

Pas met de „**Atlantic Neptune**”, uitgegeven voor de „Royal Navy” in de periode 1777-1781 door **J.F.W. Des Barres**, kwam de Engelse superioriteit, op het vlak van zeecartografie, nu volop tot uiting.

Nochtans had de oprichting van het „**Hydrographic Department**” pas in **1795** plaats, met Alexander Dalrymple als eerste „Hydrographer of the Navy”. (CHEF DER HYDROGRAFIE, *Catalogus van de tentoonstelling „Met lood en lijn”*, p. 18 e.v.).

Toch was het belang van de private kaartenmakers in de eerste helft van de 19e eeuw echter nog zeer groot ; weliswaar verschaften de „Lord Commissioners of the Admiralty” of de „Commanders of the Royal Navy” informatie aan de gekende private instellingen, zoals o.m. aan de huizen Heather, Laurie, Imray, Norie & Wilson, enz. (ELENA WILSON, *The Story of the Blue Back Chart*, p. 17 e.v.).

2.4. Vlaamse kust en Westerschelde

Voor de Belgische kust is de eerste gekende zeekaart opgemaakt in 1767 door la Couldre La Bretonnière en Méchain. Op eerste zicht lijkt ze reeds veel details van het bankengebied van de Belgische westkust te bevatten ; deze kaart is een uittreksel van de Franse marinekaart gaande van Nieuwpoort tot Ambleteuze.

De waarde van deze zeekaart wordt – ongetwijfeld terecht – door Pierre De Mey²⁷ en later ook door Johan van Veen ernstig in vraag gesteld, vooral omdat de juiste horizontale en verticale referenties moeilijk kunnen worden nage-trokken (J. VAN VEEN, *Onderzoekingen in de Hoofden in verband met de gesteldheid der Nederlandsche kust*, p. 117 e.v.).

Ondanks de gemaakte vooruitgang op nautisch en hydrografisch vlak, zijn de zeekaarten van de 18de eeuw voor onze kusten (de Schelde was reeds gesloten vanaf 1585) dus toch nog vrij vaag en onduidelijk ; zij geven hoogstens een vaag idee van banken en vaargeulen ; ook de vermelding van een kaart-projectie of een aanduiding van herkenningspunten, zoals bij voorbeeld kerktorens, is op deze documenten meestal niet aanwezig.

In 1791 werd de vrijheid van de scheepvaart op de Schelde afgekondigd ; onze provincies waren toen bij Frankrijk ingelijfd.

27. P. DE MEY, *Etude sur l'amélioration et l'entretien des ports et plages de sable et sur le régime de la Côte de Belgique*. Paris, 1894.

Opnieuw wou men immers te Antwerpen een bloeiend handelscentrum en tevens een machtige (Franse) marinebasis uitbouwen.

Met de komst van Napoleon in 1799 werd deze politiek voortgezet.²⁸

Na een sluiting van de Schelde gedurende meer dan twee eeuwen, was er nu wel een dringende nood aan nieuwe betrouwbare hydrografische informatie over deze rivier. Daarom werd er beroep gedaan op de diensten van de bekwame Franse hydrograaf en marineofficier **Charles-François Beautemps-Beaupré** (1776-1854); deze startte met zijn medewerkers de hydrografische metingen begin augustus 1799 en hij kon deze reeds voltooiën begin november van hetzelfde jaar. Om militaire redenen werd deze kaart op schaal 1/42.000 in groot formaat (174 × 94 cm) niet onmiddellijk verspreid; pas na de Vrede van Amiens van 25 maart 1802 (verdrag tussen de Fransen en de Engelsen) bestond het militaire beletsel voorlopig niet meer.

Reeds in september 1802 was deze kaart dan ook bij de etsenhandelaar A.B.Poublin in Antwerpen verkrijgbaar.

Nadien (in 1803 en 1804) heeft dezelfde Franse hydrograaf nog tal van verificaties op de Schelde ondernomen. Bij de controlebeurt van 1804, werd hij zelfs verplicht om militaire redenen de gevonden diepten met 4 voet te verhogen; de relaties met de Engelsen waren ondertussen opnieuw verslechterd...

De activiteiten van Beautemps-Beaupré in de Scheldemonden en langs onze Noordzeekust sloten aan bij de hoger vernoemde doelstellingen, maar ze namen heel wat meer tijd in beslag (van 1801 tot 1811).

Men moest er immers een drietal potentiële toegangsgeulen (het Oostgat, de Deurloo en een derde langs de kust zelf) gaan onderzoeken.

De hoger vernoemde hydrograaf had intussen ook elders taken te vervullen en de veiligheid op zee was, ten gevolge van de conflictsituatie met de Engelsen, niet altijd verzekerd...

Zo werd de publicatie „Carte réduite des côtes des Pays-Bas (depuis Ostende jusqu'à Hellevoetsluis)” op schaal 1/88.888 en op groot formaat (128 × 97 cm) slechts in 1817 gedrukt; de lodingen op zee werden uitgevoerd in de periode tussen 1799-1811 en de toestand van de Westerschelde was deze van 1804. Als keuze voor de buitengaatsche scheepvaartroute werd uiteindelijk de vaarpas langs de kust vooropgesteld, namelijk de zogenoemde „Passe Française”, hetgeen vroeger de „Inner-Wielingen” was en later de „Wielingen” zal worden genoemd.

Door de latere Belgische en Nederlandse onderzoekers (Stessels, De Mey, van Veen) zullen de kaarten van Beautemps-Beaupré dan ook terecht naar waarde worden geschat. (P. DE MEY, *Etude sur l'amélioration et l'entretien des ports et plages de sable et sur le régime de la Côte de Belgique*, p. 105 e.v. en J.

28. L. BAUDEZ, *De Scheldekaarten van Beautemps-Beaupré*. Tijdschrift Antwerpen. 19??.

VAN VEEN, *Onderzoekingen in de Hoofden in verband met de gesteldheid der Nederlandsche kust*, p. 117 e.v.)

Deze Franse hydrograaf kan immers terecht worden aanzien als de „vader van de hydrografie”...

In een latere – zogenoemde hydrografische – analyse van de geulen en bankengebieden langs de Belgische kust en in de monding van de Westerschelde konden de kaarten van Beautemps-Beaupré dan ook, wegens hun betrouwbaarheid, als eerste van een betrouwbare kaartenserie, worden aangewend om een banken- en geulenstudie uit voeren.^{29, 30}

De Mey en Van Veen hadden dit reeds eerder (namelijk in 1895 en 1938) gedaan met de kaartinformatie, die in hun tijd beschikbaar was. (P. DE MEY, *Etude sur l'amélioration et l'entretien des ports et plages de sable et sur le régime de la Côte de Belgique*, p. 105 e.v. en J. VAN VEEN, *Onderzoekingen in de Hoofden in verband met de gesteldheid der Nederlandsche kust*, p. 117 e.v.)

Na de val van Napoleon, met name in de Hollandse periode van 1815 tot 1830, waren de weinige bestaande kaarten van de Scheldemonding en van de Schelde van Nederlandse oorsprong.

Voor de Scheldemonding kan men vooral de kaart van de Nederlandse Marine op 1/50.000 van 1825 aanstippen ; voor de Schelde zelf kan men de kaart van Goudriaan op 1/25.000 van 1818 als de meest belangrijke vermelden.

29. C. VAN CAUWENBERGHE, *Hydrografische analyse van de Scheldemonding ten oosten van de meridiaan 3°05' tot Vlissingen*. Het Ingenieursblad, XXXV, 1966, nr. 17.

30. C. VAN CAUWENBERGHE, *Hydrografische analyse van de Vlaamse banken langs de Belgisch-Franse kust*. Het Ingenieursblad, XL, 1971, nr. 19.

ABSTRACT

Seacharts from the Flemish coast and from the Westerscheldt before and after the Independance of Belgium in 1830. (Part I)

Part I of this study is dealing with the history of charting the sea in general and to the sea mapping business in Western Europe (inclusive the coast of Flanders and the river Scheldt till 1830) in particular.

First the influence of Southern Europe has been stressed: the cartographical efforts of Claudius Ptolemaeus in the second century, followed, from the 11th to the 15th century, by the peripli and the portulans of the Mediterranean Sea (with Genua, Venice, Livorno, Barcelona and Majorca, being the major centre points of merchant shipping at that time).

Only from the 16th century changes in cartography occurred, stimulated by some regions of Western Europe (France, Flanders, Holland and England), where, in fact, sea mapping was a private business.

The merits of the Flemish cartographer Mercator (1512-1594) for the cartography in general and for the sea charting in particular should be stressed. His name is still linked to the cylindrical projection system, which guaranties the conformity of the seacharts.

In the beginning of the 16th century, Pierre Garcie of Rouen (France) published the first known sailing manual, "Le Routier de la Mer", followed by "Le Grand Routier" in 1520.

Hereafter the "Ecole d'hydrographie privée" of Dieppe has been established.

From the middle of the 16th century towards the end of the 18th century, the Dutch contribution in sea mapping was striking with, as the protagonists, Lucas Waghenauer (with his "Spiegel der Zeevaerdt" in 1584) and the later cartographers or cartographic families (Blauw and van Keulen), employed by the "Vereenigde Oost-Indische Compagnie" (better known as VOC); first the coasts of Holland, Flanders, France and the British Isles were covered and later also all the other parts of Europe and the other parts of the world, known at that time.

Finally in England, first the so called "Waggoners" has been used for a long time, but in 1670 John Seller published in London his "English Pilot", by which he obtained the title "Hydrographer to the King". Near the end of the 17th century Greenville Collins published a big collection of sea maps in his "Great Brittain's Coastal Pilot".

Similar to the situation in The Netherlands, also in England different families (named Seller, Overton, Sayer, Heather, Imray, Norie, Laurie, Wilson), nearly all interconnected by different marriages, dominated privately the sea cartography at that time.

The supervision of the sea mapping by the military first occurred in France in 1661 by Colbert (1619-1683), being the Chief Minister of King Louis XIV. Here the edition

of the "Neptune François" in 1693 and the "Hydrographie Française" in 1756 by Bellin is worth mentioning.

In Holland this state control followed only in 1787 by the installation of a special commission.

With the edition of the "Atlantic Neptune" in the period 1777-1781 the English supremacy has been manifested completely; in 1795 the British Admiralty took over this business.

The 18th century was very important for the development of the nautical knowledge and the hydrography in England. After the construction of an octant in 1730 the station pointer and the sextant were developed in 1770 and in 1778; information on the magnetic variation, studied by Halley, was introduced on the sea maps; also the problem of the determination of the longitude on board the ships has been solved by the very reliable clocks of John Harrison.

Nevertheless the sea charts of the Flemish coast were in the 18th century still questionable.

Only from Beautemps-Beaupré on, in the beginning of the 19th century, the first reliable maps of our coastal areas and of the river Scheldt have been produced.

In the later Dutch period (1815-1830) only a few charts of our coast and the river Scheldt have been manufactured.

DE GESCHIEDSCHRIJVING OVER NAVIGATIE EN MARITIEME CARTOGRAFIE IN DE LAGE LANDEN IN DE TWINTIGSTE EEUW ¹

door

Karel DAVIDS

1. Inleiding

Als we terugkijken op de geschiedschrijving in de laatste eeuw over de ontwikkeling van de navigatietechniek en de maritieme cartografie in Nederland en België, dan stuiten we op een paradox : er is veel meer geschreven over de periode vóór de twintigste eeuw dan over de twintigste eeuw zelf. Hoewel de grens van het onderzoek langzaam de twintigste eeuw in schuift, is de ontwikkeling tussen 1900 en nu nog nauwelijks in kaart gebracht. Dat is merkwaardig, omdat in de algemene geschiedenis van Nederland en België de twintigste eeuw bepaald niet wordt onderbedeeld en ook in de zeegeschiedenis de gebeurtenissen van de afgelopen honderd jaar over het geheel genomen niet worden verwaarloosd. Hoeveel is er intussen niet gepubliceerd over de verzuiling, de taalstrijd, de crisis van de jaren dertig, de Tweede Wereldoorlog, de laatste dagen van Nederlands-Indië of de woelingen van de jaren zestig ? Hoeveel is er al niet uitgezocht over de geschiedenis van grote en kleine rederijen, de ontwikkeling van de visserij en de binnenscheepvaart, de groei van de havens van Rotterdam en Antwerpen of de activiteiten van de Nederlandse marine tijdens de Tweede Wereldoorlog en de strijd in Indië en Nieuw-Guinea ?

Maar ook al heeft de twintigste eeuw in de geschiedschrijving over de navigatietechniek en de maritieme cartografie dan veel minder aandacht gekregen dan in de algemene geschiedenis of de zeegeschiedenis in de brede zin van het woord, dat wil niet zeggen dat het onderzoek op dit terrein heeft gestagneerd. Er is in deze tak van de maritieme geschiedenis wel degelijk het een en ander ver-

1. Dit artikel is een bewerkte versie van een voordracht gehouden op het symposium 'Maritiem historisch onderzoek in Nederland in de twintigste eeuw', georganiseerd door het Nederlands Natuur- en Geneeskundig Congres en het Nederlands Scheepvaartmuseum op 28 november 1998 te Amsterdam.

anderd. Er heeft veel vernieuwing plaatsgevonden. Er is belangrijke vooruitgang geboekt.

In dit artikel wordt een overzicht en evaluatie geboden van de voornaamste ontwikkelingen die in de afgelopen eeuw in Nederland en België op dit vakgebied hebben plaatsgevonden. In paragraaf 2 en 3 zal in het kort worden geschetst wat er in de Lage Landen in de laatste honderd jaar zoal aan onderzoek over de geschiedenis van de navigatietechniek en maritieme cartografie is gedaan en wat er hierin is veranderd. In paragraaf 4 wordt een verklaring voor deze veranderingen voorgesteld. In paragraaf 5 wordt nader ingegaan op de aard en de oorzaken van de lacunes in de geschiedschrijving over de twintigste eeuw. Het artikel besluit met een schets van de problemen in de recente geschiedenis van de navigatietechniek en maritieme cartografie die op verder onderzoek wachten. Het overzicht is nadrukkelijk beperkt tot de geschiedschrijving door Nederlandse en Belgische onderzoekers in de Lage Landen zelf. De (schaarse) studies van buitenlanders en het werk van Nederlandse en Belgische historici over nautische ontwikkelingen in andere landen komen dus niet ter sprake.

2. Verschuiving van de tijdgrens

Opvallend in de geschiedschrijving van de navigatietechniek en maritieme cartografie in Nederland en België in de afgelopen eeuw is, dat de grens van het onderzoek wel langzaam is opgeschoven in de richting van de twintigste eeuw, maar de twintigste eeuw zelf tot nu toe niet grondig is bestudeerd. In de beginfase van het historisch onderzoek op dit gebied, die kan worden gedateerd tussen ongeveer 1860 en het begin van de Eerste Wereldoorlog, lag het accent sterk op de periode die als de bloeitijd van de Nederlandse zeevaart werd beschouwd, de laatste decennia van de zestiende eeuw en de zeventiende eeuw. Afgezien van enige publicaties van de wetenschapshistoricus D. Bierens de Haan over zeevaartkundige handboeken en pamfletten uit de achttiende eeuw,² richtten bijna alle studies van de vroege historici zich op het tijdvak tussen 1580 en 1700. J.K.J. de Jonge, P.J.H. Baudet, S. Muller, C.P. Burger en S.P. Honoré Naber hadden een voorkeur voor onderwerpen als de voorbereiding van de eerste reizen naar Oost-Indië, de theorie van Petrus Plancius over de relatie tussen lengtebepaling en de variatie van het kompas, de waarnemingen op Nova-Zembla, de berekening van de mijl van Snellius, de introductie van de gebulte kaarten van Adriaen Veen en de verschijning van de eerste Nederlandse zeemansgidsen,

2. Zie met name D. BIERENS DE HAAN, 'Een Leidsch hoogleraar en een Enkhuizer natuurkundige in de vorige eeuw', *Album der Natuur*, 1972, pp.242-246 ; IDEM, *Bouwstoffen voor de geschiedenis der wis- en natuurkundige wetenschappen in de Nederlanden*, dl.I en II, Amsterdam, 1878-1887 ; IDEM, *Bibliographie Néerlandaise historique-scientifique des ouvrages importants dont les auteurs sont nés aux 16^e, 17^e et 18^e siècles sur les sciences mathématiques et physiques*, Rome, 1883.

zeeatlassen en handboeken voor de zeevaartkunde.³ Het hoofdwerk van de voornaamste historicus van de zeevaartkunde in deze tijd, C.P. Burger, dat verscheen in 1908, was nota bene getiteld : *Amsterdamsche rekenmeesters en zeevaartkundigen in de zestiende eeuw*.⁴

Ook de aandacht van de generatie Nederlandse historici die tijdens de Eerste Wereldoorlog en in het Interbellum met publiceren over de navigatietechniek en de maritieme cartografie begon, bleef in sterke mate op de periode 1580-1700 geconcentreerd. Zo koos J.C.M. Warnsinck de wetenschappelijke voorbereiding van de eerste schipvaart naar Oost-Indië als onderwerp van zijn inaugurale rede als bijzonder hoogleraar in de zeegeschiedenis in 1936, schreef W. Voorbeijtel Cannenburg over de aardglobe van Van Langren uit 1589, de chronometer van Christiaan Huygens en (alweer) de gebulte kaarten van Adriaen Veen, onderzocht J. Keuning het werk van Plancius en de verschillende typen mijlen die in de zestiende eeuw in de Nederlanden in gebruik waren en hield Ernst Crone zich bezig met de werking van de nachtwijzer, het zeeastrolabium en het astrolabium catholicum, de invloed van het leerboek van Pedro de Medina en de vertaling van Claes Hendricksz Gietermakers leerboek voor de stuurmanskunst uit 1660, *'t Vergulde licht der zeevaart*.⁵ Bij hun Belgische genera-

3. J.K.J. DE JONGE, *De opkomst van het Nederlandsch gezag in Oost-Indië, 1595-1610*, dl. I, Den Haag, 1862 ; P.J.H. BAUDET, *Leven en werken van Willem Jansz. Blaeu*, Utrecht, 1871 ; IDEM, *Notice sur la part prise par Willem Jansz. Blaeu (1571-1638) dans la détermination des longitudes terrestres*, Utrecht 1875 ; S. MULLER (red.), *De reis van Jan Cornelisz. May naar de IJszee en de Amerikaansche kust 1611-1612*, Werken Linschoten Vereeniging dl.I, Den Haag 1909 ; C.P. BURGER, 'Oude Hollandsche zeevaartuitgaven', *Tijdschrift voor boek- en bibliotheekwezen*, VI (1908), pp.119-137, 245-261, VII (1909), pp.1-17, 49-60, 123-132, 157-172, VIII (1910), pp.255-262, IX (1911), pp.69-79, *Het boek*, II (1913), pp.114-128, 271-290, VIII (1919), pp.225-228, XI (1922), pp.359-360 en zie volgende noot ; S.P. L'HONORÉ NABER o.a.(red.), *Reizen van Willem Barents, Jacob van Heemskerck, Jan Cornelis Rijp en anderen naar het Noorden, 1594-1597*, Werken Linschoten Vereeniging dl. XIV en XV, Den Haag, 1917, en onder pseudoniem Timeëis 'De mijl vóór het jaar 1617', *Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*, 2e serie, dl. XXXVII (1920), pp. 514-530.

4. C.P. BURGER, *Amsterdamsche rekenmeesters en zeevaartkundigen in de zestiende eeuw*, Amsterdam, 1908.

5. J.C.M. WARNSINCK, *De wetenschappelijke voorbereiding van onze eerste schipvaart naar Oost-Indië*, Den Haag, 1935 ; W. VOORBEIJTEL CANNENBURG, 'De aardglobe van Van Langren anno 1589', *Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*, 2e serie, dl. XXXIX (1932), pp. 538-543, IDEM, 'Het zee-horologie van Christiaan Huygens', *De Zee*, 58 (1936), pp.238-245, IDEM, 'Adriaen Veen's Napasser en de „ronde, gebulte kaarten"', *Jaarverslag Nederlandsch Historisch Scheepvaartmuseum 1923*, pp. 74-78 ; J. KEUNING, *Petrus Plancius, theoloog en geograf 1552-1622*, Amsterdam, 1946, IDEM, 'De duitsche mijl en andere in de Nederlanden in de 16de eeuw in gebruik zijnde mijlen', *Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*, 2e serie, dl. LV (1938), pp. 432-446 ; E. CRONE, 'De nachtwijzer of het nocturnaal', *De Zee*, 61 (1939), pp. 313-321, 377-391, IDEM, 'Het zee-astrolabium', *Jaarverslag Nederlandsch Historisch Scheepvaartmuseum 1928*, pp. 51-65, IDEM, 'Het gebruik van het astrolabium catholicum', *De Zee*, 38 (1916), pp. 180-193, IDEM, 'Pedro de Medina, zijn leerboek der stuurmanskunst

tiegenoten, zoals J. Denucé en D. Gernez, was eveneens een duidelijke voorkeur voor de vroege periode te bespeuren, met alleen dit verschil, dat ze wat meer aandacht hadden voor de zestiende eeuw. De bloeiperiode van de zeevaartkunde en de maritieme cartografie in België lag nu eenmaal vóór de val van Antwerpen.⁶

Toch zijn er in de chronologische afbakening van het onderzoeksgebied onder deze generatie wel vernieuwende tendenzen te onderkennen. Crone en Warnsinck liepen hierbij voorop. Crone, die als de grootste Nederlandse specialist in de geschiedenis van de navigatietechniek van deze tijd mag gelden, verdiepte zich ook grondig in een periode die tot dan toe minder tot de nationale verbeelding had gesproken, namelijk de achttiende eeuw. Hij schreef bij voorbeeld over de lotgevallen van de zeevaartschool van de Amsterdamse leermeester Pieter Holm in de jaren vijftig en zestig en diens ingenieuze gedachte om een tabel die als hulpmiddel voor het gissen van de vaart van een schip kon dienen op het deksel van een koperen tabaksdoos te graveren, waarvan hij tientallen exemplaren aan zeelieden verkocht, hij schreef over de introductie van de octant en de scheepstijdmeter van Ferdinand Berthoud en hij wijdde zijn hoofdwerk, getiteld *Cornelis Douwes 1712-1773*. Zijn leven en werk aan een Nederlandse zeevaartkundige uit de achttiende eeuw, die niet alleen een voortrekkersrol in het zeevaartonderwijs aan marine-officieren vervulde maar ook een vernieuwende rol in zijn vak speelde door een relatief eenvoudige methode te ontwikkelen waarmee de breedte op zee door middel van waarnemingen van de hoogte van de zon buiten de middag kon worden bepaald.⁷ En Warnsinck ging

en zijn invloed op de ontwikkeling van de cartografie in de lage landen', *Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*, 2e serie, dl.LXX (1953), pp. 467-471, IDEM, 'Le Flambeau reluisant. Vertaling van Gietermaker's Vergulde licht der zeevaart', *Jaarverslag Nederlandsch Historisch Scheepvaartmuseum 1931/32*, pp. 81-85.

6. J. DENUCÉ, *Oud-Nederlandse kaartmakers in betrekking met Plantin*, Antwerpen, 1912, IDEM (red.), *Het zeeboek. Handschrift van de Stedelijke Boekerij te Antwerpen*, Antwerpen, 1936, 2 dln., IDEM, *De geschiedenis van de Vlaamse kaartsnijkunst*, Antwerpen, 1941; D. GERNEZ, 'Quel procédé Mercator employa pour tracer le canevas de sa carte de 1569 à l'usage des marins', *Mededelingen van de Marine Academie van België*, I, 1936-1937, pp. 146-171, IDEM en M. DESTOMBES, 'La "West Indische Paskaert de Willem Jansz Blaeu" de la Bibliothèque Royale', *Mededelingen van de Marine Academie van België*, IV, 1947-1949, pp. 35-50, IDEM, 'Quatre curieuses cartes marines néerlandaises du XVII^e siècle', *Mededelingen van de Marine Academie van België*, VII, 1953, pp. 157-163. Een lijst van publicaties over de geschiedenis van de zeevaartkunde en maritieme cartografie in België tot 1984 verscheen in *Bibliografie van de geschiedenis van de Belgische scheepvaart* (Collectanea Maritima I), Brussel, 1984, pp. 194-198.

7. E. CRONE, 'Pieter Holm en zijn zeevaartschool', *De Zee*, 52 (1930), pp. 136-144, 185-195, 270-280, 352-362, 416-424, 489-497, 560-568, 642-651, 704-716; IDEM, 'Pieter Holm en zijn octant', *De Zee*, 63 (1941), pp. 1-7, 35-41, 76-82, 111-115, 129-136, 161-165; IDEM, 'De scheepstijdmeter van Ferdinand Berthoud en zijn beteekenis in de stuurmanskunst', *Jaarverslag Nederlandsch Historisch Scheepvaartmuseum 1941/42*, pp. 28-33; IDEM, 'Het gissen van de vaart en verheid, het loggen en de tabaksdoos van Pieter Holm', *De Zee*, 50 (1929), pp. 552-559, 601-609, 668-674,

nog verder. Eén jaar voor zijn rede over de eerste schipvaart naar Oost-Indië publiceerde hij een lijvig boek over de Kweekschool voor de Zeevaart, opgericht in 1785, waarin hij de wederwaardigheden van deze Amsterdamse zeevaartschool gedurende de 150 jaar van haar bestaan in het brede perspectief van de ontwikkeling van de Nederlandse zeevaart en de navigatietechniek plaatste.⁸ Warnsincks pionierswerk voor de negentiende en vroege twintigste eeuw kreeg overigens niet direct navolging van andere historici. Het boek bleef min of meer op zichzelf staan, als een uniek referentiewerk voor ieder die iets wilde weten van wat er gebeurde tussen de Bataafs-Franse periode en de eigen tijd.

Bij de historici die zich na de Tweede Wereldoorlog als deskundigen op het gebied van de navigatietechniek en/of de maritieme cartografie begonnen te manifesteren, zoals in G.A. Cox en C. Koeman (Nederland),⁹ J. van Beylen, F. van Cleempoel, F. van Cleemput, A. Lederer en A. de Smet (België) in de jaren vijftig en zestig, respectievelijk Ph.M. Bosscher, C.A. Davids, E. Dekker, P.C.J. van der Krogt, W.F.J. Mörzer Bruyns, G. Schilder, K. Zandvliet en A.R.T. Jonkers (Nederland), R. Baetens, C. Koninckx, A. Meskens, J. Parmentier, R. Smet, Ch. Verlinden en A. De Vos (België) in de periode vanaf omstreeks 1970, bleef het zwaartepunt van het onderzoek in de periode vóór 1800 liggen. Sommigen van hen, met name Bosscher, Davids, Dekker en Mörzer Bruyns, hebben zich echter in het voetspoor van Warnsinck ook vrij intensief beziggehouden met de negentiende eeuw en het begin van de twintigste eeuw. Bosscher heeft bij voorbeeld de geschiedenis van de opleiding van marineofficieren in kaart gebracht,¹⁰ Davids heeft de samenwerking tussen zeelieden en wetenschapsbeoefenaars op het gebied van de meteorologie in de tijd van Buys Ballot onderzocht en de veranderingen in het zeevaartonderwijs en de examenregelingen voor de koopvaardij tussen 1815 en 1914 beschreven,¹¹ Dekker heeft de relaties

729-737, 51 (1929), pp. 81-89, 145-155, 217-228 ; IDEM, *Cornelis Douwes 1712-1773. Zijn leven en werk*, Haarlem, 1941. Een complete bibliografie van Crone's werk is te vinden in : H.J.M.W. PETERS, *The Crone library*, Nieuwkoop, 1989, xxvii-xxxii.

8. J.C.M. WARNSINCK, *De Kweekschool voor de Zeevaart en de stuurmanskunst 1785-1935*, Haarlem, 1935.

9. Het hoofdwerk van KOEMAN, *Atlantes neerlandici. Bibliography of terrestrial, maritime and celestial atlases and pilot books, published in the Netherlands up to 1880*, verscheen in 5 delen te Amsterdam tussen 1967 en 1971.

10. Ph.M. BOSSCHER, 'Van Plancius tot IJzerman. Iets over de geschiedenis van de opleiding tot marineofficier in Nederland', *Mededelingenblad van het Koninklijk Instituut voor de Marine* (1978), nr. 45, pp. 2-4, nr. 46, pp. 3-6, nr. 47, pp. 4-6, nr. 48, pp. 3-6, nr. 49, pp. 3-6, nr. 50, pp. 3-6, nr. 51, pp. 4-8, nr. 52, nr. 4-7, nr. 54, 1-4.

11. C.A. DAVIDS, 'De zeevaartkunde en enkele maatschappelijke veranderingen in Nederland tussen 1850 en 1914', *Mededelingen van de Nederlandse Vereniging voor Zeegegeschiedenis*, nr. 40-41 (1980), pp. 51-83 ; IDEM, 'Het zeevaartkundig onderwijs voor de koopvaardij tussen 1795 en 1875. De rol van het Rijk, de lagere overheid en het particulier initiatief', *Tijdschrift voor Zeegegeschiedenis*, 3 (1985), pp. 164-190 ; IDEM, 'Van vrijheid naar dwang. Over de relatie tussen wetenschap en zeewezen in Nederland in de 19e en vroege 20e eeuw', *Tijdschrift voor de Geschiedenis*

tussen de astronomie en de zeevaartkunde in de tijd dat de hoogleraar Kaiser de scepter zwaaid over de Leidse sterrewacht (tussen ca.1840 en 1870) bestudeerd¹² en Mörzer Bruyns heeft onder andere over de ontwikkeling van zeevaartkundehandboeken en navigatiemiddelen en de opkomst van het Nederlands wetenschappelijk onderzoek in de Noordelijke IJsee gepubliceerd.¹³ Bundels als het symposiumnummer van het *Tijdschrift voor Zeegeschiedenis* over 'Anderhalve eeuw zeevaartkundig onderwijs in Nederland 1800-1950', het themanummer van het *Tijdschrift voor de Geschiedenis van de Geneeskunde, Wiskunde, Natuurwetenschappen en Techniek* 'Met zicht op zee' over het marien onderzoek in Nederland en België in de negentiende eeuw en de catalogus van de tentoonstelling die in 1989 in het Nederlands Scheepvaartmuseum over het kaarten-, boekuitgevers en instrumentmakershuis Van Keulen te Amsterdam firma Van Keulen werd gehouden, waarin verschillende bijdragen van deze auteurs zijn verschenen, vormen een belangrijke aanvulling en verrijking van het beeld dat in 1935 in Warnsincks boek over de Kweekschool voor de Zeevaart werd geschetst.¹⁴ Warnsinck heeft dus een substantieel supplement gekregen.

In België kreeg de zestiende eeuw als vanouds veel aandacht. Vooral het werk van Mercator en Coignet behield zijn aantrekkingskracht op de historici.¹⁵

der geneeskunde, Natuurwetenschappen, Wiskunde en Techniek, 13 (1990), pp. 5-22 ; IDEM, 'Technological change and the professionalism of masters and mates in the Dutch mercantile marine, 1815-1914', in : C. KONINCKX (red.), *Proceedings of the International Colloquium "Industrial Revolutions and the sea"*, Brussels 28-31 March 1989 (Collectanea Maritima V), Brussel, 1991, pp. 282-304.

12. E. DEKKER, 'Frederik Kaiser en zijn pogingen tot hervorming van „het sterrekundig deel van onze zeevaart"', *Tijdschrift voor de Geschiedenis der Geneeskunde, Natuurwetenschappen, Wiskunde en Techniek*, 13 (1990), pp. 23-41 ; zie tevens haar studie over Kaisers bijdrage aan de ontwikkeling van het kompas : 'Frederik Kaiser and his steady boat compass with nightly illumination', in : R.W. ANDERSON e.a. (red.), *Making instruments count* (Aldershot, 1993), pp. 268-277.

13. W.F.J. MORZER BRUYNs, 'Nederlandse zeevaartkundeboeken in de periode 1800-1940. Een overzicht', *Tijdschrift voor Zeegeschiedenis*, 4 (1985), 235-247 ; IDEM, 'Navigatieinstrumenten van de zeebodem, 16e tot 19e eeuw', *Tijdschrift voor de Geschiedenis der Geneeskunde, Natuurwetenschappen, Wiskunde en Techniek*, 10 (1987), pp. 263-282 ; IDEM, 'Navigational instruments in the Netherlands during the 19th century : production, distribution and use', *Bulletin of the Scientific Instrument Society* 1985, nr. 6, pp. 11-17 ; IDEM, *De eerste tocht van de Willem Barents naar de Noordelijke IJsee*, Werken Linschoten Vereeniging, dl.LXXXIV en LXXXV, Den Haag, 1985.

14. *Anderhalve eeuw zeevaartkundig onderwijs in Nederland 1800-1950. Symposiumnummer Tijdschrift voor Zeegeschiedenis*, 4 (1985) ; A. DE KNECHT VAN EEKELEN en G. VANPAEMEL (red.), *Met zicht op zee. Zeewetenschappelijk onderzoek in de Lage Landen na 1800*, themanummer *Tijdschrift voor de Geschiedenis der Geneeskunde, Natuurwetenschappen, Wiskunde en Techniek*, 13 (1990) ; E.O. VAN KEULEN, W.F.J. MORZER BRUYNs en E.K. SPITS (red.), *In de Gekroonde Lootsman. Het kaarten-, boekuitgevers en instrumentmakershuis Van Keulen te Amsterdam 1680-1885* Utrecht, 1989.

15. Zie met name : F. VAN CLEEMPUT, 'Michiel Coignet, een Antwerps wis- en zeevaartkundige uit de 16de eeuw', *Mededelingen van de Marine Academie van België*, XXIII, 1973-1975, pp. 111-

Studies over de navigatietechniek en de cartografie in de zeventiende en achttiende eeuw, zoals die van Baetens en Parmentier,¹⁶ of over het zeevaartonderwijs in de negentiende eeuw en het gebruik van radar in de rivier- en scheepvaart in de twintigste eeuw, zoals van Smet, De Vos, Van Cleemput en Lederer,¹⁷ waren tamelijk uitzonderlijk.

3. Opkomst van het comparatief perspectief

Eén van de kenmerken van de geschiedschrijving over de navigatietechniek en de maritieme cartografie van de afgelopen honderd jaar is dus, dat de tijdgrens van het onderzoek langzaam is verschoven naar de twintigste eeuw, maar de recente periode zelf tot nu toe niet echt grondig in het onderzoek werd betrokken. Binnen het onderzoek over het tijdvak tussen zestiende eeuw en het eind van de negentiende eeuw hebben zich echter nog verschillende ingrijpende veranderingen voorgedaan op inhoudelijk en methodisch niveau. De belangrijkste vier zullen hierna de revue passeren.

De blik van de historici is, om te beginnen, niet alleen chronologisch, maar ook geografisch verruimd. Het internationale perspectief van het onderzoek is sterk verbreed. Anders dan aan het begin van deze eeuw zijn historici niet meer vrijwel uitsluitend gefixeerd op ontwikkelingen in hun eigen land. Ze hebben meer oog gekregen voor de buitenlandse context. Dit betekent dat ze meer zijn

148 ; A. DE SMET, 'Gerard Mercator. Zijn kaarten - Zijn belangstelling voor het aardmagnetisme en de zeevaartkunde', *Mededelingen van de Marine Academie van België*, XIV, 1962, pp. 117-145, F. VAN CLEEMPOEL, 'Mercators projecties', *Mededelingen van de Marine Academie van België*, XVI, 1964, pp. 1-18 ; Ch. VERLINDEN, 'De Nederlandse vertaling van het *Arte de navegar* van Pedro de Medina en de nautische *Onderwijsinghe* van Michiel Coignet (Antwerpen 1580)', in : C. KONINCKX (red.), *Nautische en hydrografische kennis in België en Zaïre. Historische bijdragen* (Collectanea Maritima III), Brussel, 1987, pp. 5-20 ; A. MESKENS, 'Michiel Coignet's Nautical Instruction', *The Mariner's Mirror*, 78 (1999²), pp. 257-276 ; IDEM, 'Mercator en de zeevaart : enkele aspecten', in : *Gerard Mercator en de geografie in de Zuidelijke Nederlanden (16de eeuw)*, Antwerpen, 1994, pp. 42-50.

16. R. BAETENS, 'De navigatie bij de Generale Indische Compagnie', in : C. KONINCKX (red.), *Nautische en hydrografische kennis in België en Zaïre. Historische bijdragen* (Collectanea Maritima III), Brussel, 1987, 21-38 ; J. PARMENTIER, 'Saxenburg, een spookeiland met Bloemendaalse relaties 1670-1833', *Tijdschrift voor Zeegeschiedenis*, 17 (1998), pp. 21-36.

17. A. LEDERER, 'Utilisation du radar a bord des unités fluviales congolaises', *Mededelingen van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen*, V, 1959, pp. 413-424 ; F. VAN CLEEMPUT, 'Is radar nog een probleem op zee ?', *Medelingen van de Marine Academie van België*, XIII, 1961, pp. 93-106 ; R. SMET en A. DE VOS, 'Het onderwijs in de zeevaartkunde aan de Belgische Zeevaartscholen tijdens de beginperiode van het Koninkrijk België (1830-1849). - Een eerste benadering', in : C. KONINCKX (red.), *Nautische en hydrografische kennis in België en Zaïre. Historische bijdragen* (Collectanea Maritima III), Brussel, 1987, pp. 73-88 ; A. SMET, 'Het onderwijs in de zeevaartkunde aan de Belgische zeevaartscholen tijdens de beginperiode van het koninkrijk België (1830-1849)', in : C. KONINCKX (red.), *Bijdragen tot de internationale maritieme geschiedenis* (Collectanea Maritima IV), Brussel, 1988, pp. 99-118.

gaan letten op de invloed van het buitenland op ontwikkelingen in de Lage Landen en van de Lage Landen op ontwikkelingen in het buitenland, meer attent zijn geworden op verschillen en overeenkomsten tussen technieken en hulpmiddelen die in Nederland of België in zwang waren en het instrumentarium dat in andere landen werd gebruikt en ook aandacht zijn gaan schenken aan de uitwisseling van kennis tussen de Noordelijke en de Zuidelijke Nederlanden onderling.

Warnsinck en Crone wezen hierbij opnieuw de weg. Zo heeft Warnsinck zich in zijn intrede verdiept in de rol die kennis uit Portugal speelde bij de voorbereiding van de eerste schipvaart naar Indië en heeft hij in zijn boek over de Kweekschool de introductie van de positieelinnavigatie in de tweede helft van de negentiende eeuw vanuit de Verenigde Staten en Frankrijk beschreven.¹⁸ Crone heeft omgekeerd in zijn boek over Douwes laten zien hoe diens methode voor de breedtebepaling buiten de middag naar Engeland en andere zeevarende naties in Europa werd verspreid.¹⁹

Recent hield Koninckx zich bezig met de rol van Zuidnederlanders als bemiddelaars bij de overdracht van kennis tussen handelscompagniën in Noordwest-Europa in de achttiende eeuw en onderzocht Davids de verspreiding van nautische kennis vanuit de Republiek naar het Oostzeegebied vanaf de zestiende eeuw tot het midden van de negentiende eeuw.²⁰ Koeman vergeleek de bijdragen van Vlamingen en Nederlanders aan de ontwikkeling van de stuurmanskunst in de zestiende eeuw.²¹ Schilder en Van der Krogt stelden door internationale vergelijking de bijdrage van Nederland aan de cartografie van Australië en de productie van aard- en hemelglobes vanaf het eind van de zestiende eeuw beter in het licht.²² Mörzer Bruyns' standaardwerk over de geschiedenis en het gebruik van het meest verbreide hoekmeetinstrument voor het meten van de hoogte van hemellichamen, de graadstok, is volledig comparatief opgezet. Hij heeft alle bekende exemplaren van graadstok op alle mogelijke kenmerken onderzocht en

18. J.C.M. WARNSINCK, *De wetenschappelijke voorbereiding van onze eerste schipvaart naar Oost Indië*, Den Haag, 1936 ; IDEM, *De Kweekschool*, p. 251-260.

19. CRONE, *Cornelis Douwes*, pp. 263-290.

20. C. KONINCKX, 'Zuidnederlanders in vreemde dienst buitengaats. Een schakel in de overdracht van nautische kennis in de 18e eeuw', in : IDEM, *Nautische en hydrografische kennis in België en Zaire. Historische bijdragen* (Collectanea Maritima III), Brussel, 1987, pp. 39-72 ; C.A. DAVIDS, 'On the diffusion of nautical knowledge from the Netherlands to North-Eastern Europe', in : W.G. HEERES e.a. (red.), *From Dunkirk to Danzig. Shipping and trade in the North Sea and the Baltic, 1350-1850*, Hilversum, 1988, pp. 217-236.

21. C. KOEMAN, *Flemish and Dutch contributions to the art of navigation in the XVIth century*, Separatas 1988, nr. 213.

22. G. SCHILDER, *Australia unveiled. The share of the Dutch navigators in the discovery of Australia*, Amsterdam, 1976 ; P.C.J. VAN DER KROGT, *Globi Neerlandici. De globeproductie in de Nederlanden*, Utrecht, 1989.

kan daardoor exact de overeenkomsten en verschillen tussen de Nederlandse en andere types aanduiden.²³

Uitwisseling van kennis binnen de Lage Landen werd meer dan eens tot onderwerp van onderzoek gemaakt. Daarmee ging een toenemend contact tussen Nederlandse en Belgische onderzoekers gepaard. Kwam het in de jaren zestig nog zelden voor dat een Nederlandse historicus een bijdrage leverde aan een Belgisch tijdschrift of omgekeerd (Crone was hier weer de pionier),²⁴ in de jaren zeventig en tachtig was de communicatie al zover intensiever geworden dat er gezamenlijk publicatieprojecten werden opgezet als de *Maritieme Geschiedenis der Nederlanden* (die ook hoofdstukken over de navigatietechniek en de maritieme cartografie bevatte)²⁵ en het themanummer van het *Tijdschrift voor de Geschiedenis der Geneeskunde, Natuurwetenschappen, Wiskunde en Techniek*, 'Met zicht op zee'.

4. De gevolgen van professionalisering

Is de verbreding van het comparatieve perspectief al begonnen in de tijd van Warnsinck en Crone, dus vóór de Tweede Wereldoorlog, de overige drie inhoudelijke en methodische veranderingen in het onderzoek waar ik boven op zinspeelde zijn pas in de laatste decennia op gang gekomen en hebben, naar mijn mening, te maken met een ontwikkeling waar Warnsinck en Crone nog geen deel van uitmaakten, namelijk de 'professionalisering' van het onderzoek. De term 'professionalisering' gebruik ik hier niet om een waardeoordeel te geven, maar in een pure neutrale betekenis: in de zin van een constatering. Ik doel hiermee op het verschijnsel dat onderzoek niet meer verricht wordt als een hobby of nevenactiviteit, maar als onderdeel van een beroep. Historici van de eerste generaties deden hun onderzoek over de navigatietechniek of de maritieme cartografie eigenlijk naast hun normale werk: ze hielden zich met oude instrumenten of kaarten bezig omdat ze daar uit hoofde van hun opleiding of anderszins interesse voor hadden gekregen. Bij sommigen was die interesse zo sterk, dat ze bereid waren behoorlijk wat geld te spenderen om een eigen collectie van boeken, kaarten of instrumenten aan te leggen. Ernst Crone is daar het beste voorbeeld van. Hij was afkomstig uit de Amsterdamse handelselite, zoon van een vader die gefascineerd was door watersport. Hij kreeg een opleiding voor een

23. W.F.J. MÖRZER BRUYN, *The cross-staff. History and development of a navigational instrument*, Amsterdam, 1994, zie met name Appendix V en VI.

24. Vroege voorbeelden zijn E. CRONE, 'Het aandeel van Simon Stevin in de ontwikkeling van de zeevaartkunde', *Mededelingen van de Marine Academie van België*, XV, 1963, pp. 1-16 en IDEM, 'Het vinden van de weg overzee van praktijk tot wetenschap', *Medelingen van de Koninklijke Vlaamse Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België, Klasse der Wetenschappen*, XXV, 1963, nr. 9, pp. 3-22.

25. G. ASAERT, PH.M. BOSSCHER, J.R. BRUIN en W.J. VAN HOBOKEN (red.), *Maritieme Geschiedenis der Nederlanden*, 4 dln., Bussum, 1976-1978.

functie in de rederswereld, maar liet eigenlijk al vanaf de middelbare schooltijd blijken dat zijn belangstelling (net zoals die van zijn vader) meer uitging naar de watersport en bovenal naar de zeevaartkunde en de cartografie. Vanaf 1911 – toen hij nog maar twintig jaar oud was – tot zijn dood in 1971 heeft hij een enorme, unieke collectie literatuur en realia op het gebied van de zeevaartkunde aangelegd, die tegenwoordig een belangrijk deel van de verzameling van het Nederlands Scheepvaartmuseum op nautisch gebied uitmaakt.²⁶ En op basis van deze particuliere collectie deed hij het grootste deel van zijn onderzoek.

Maar Crone was wellicht de laatste historicus van dit soort. De historici die in de afgelopen decennia op het toneel zijn verschenen, zijn van een ander slag. Onderzoek over de geschiedenis van de navigatietechniek of maritieme cartografie is een deel van hun werk. Zij zijn aangesteld bij een museum, een archief, een universiteit of een andere instelling van hoger onderwijs en houden zich uit dien hoofde met onderzoek bezig (zij houden niet meer altijd van watersport). Dat onderzoek doen een deel is van hun werk betekent niet per se dat ze er ook meer tijd aan kunnen besteden. Het betekent wel dat de stijl en de oriëntatie van hun onderzoek anders is. Dat verschil komt op drie manieren tot uiting.

Kenmerkend voor het onderzoek van vorige generaties historici is dat ze meestal één bepaalde (gedrukte) tekst of één bepaald object als uitgangspunt namen en vervolgens een studie maakten van de context waarbinnen dit *item* functioneerde. Zo'n studie bestond voor een deel uit een nadere analyse van de tekst of het object zelf, voor een deel uit een vergelijking met andere bronnen, zoals handboeken, reisbeschrijvingen of afbeeldingen, waardoor de betekenis van de vondst die het uitgangspunt van het onderzoek vormde beter kon worden bepaald. Zo verdiepte Burger zich naar aanleiding van de ontdekking van een boekje van de Amsterdamse leermeester Aelbert Haeyen in het zeevaartonderwijs te Amsterdam rond 1600 en pakte Crone uit met een lang artikel over verschillende technieken van vaart- en verheidbepaling nadat hij in de loop der tijd een aantal exemplaren van tabaksdozen van Pieter Holm op de kop had getikt.

In de afgelopen decennia is de omvang en de variatie van het bronnenmateriaal dat bij onderzoek over de zeevaartkunde en de maritieme cartografie wordt geraadpleegd echter aanzienlijk toegenomen, zowel door systematischer of grootschaliger gebruik van 'traditionele' bronnen als handboeken, reisbeschrijvingen, iconografisch materiaal of exemplaren van kaarten en instrumenten in particuliere of openbare collecties, als door het aanboren van 'nieuwe' bronnen zoals boedelinventarissen, 'schatkamers', scheepsjournalen, rekeningen, inventarissen van schepen, lijsten van kaarten en stuurmansgereedschappen,

26. H.G.TH. CRONE, 'Dr. Ernst Crone. A biography', in : PETERS, *The Crone library*, pp.xi-xxvi.

krante-advertenties of archeologische vondsten.²⁷ Scheepsjournalen, bij voorbeeld, werden (hoe vreemd het ook klinkt) tot voor kort zelden of nooit voor onderzoek over de ontwikkeling van de navigatietechniek en de cartografie in het verleden gebruikt. Door het werk van onder meer Koninckx, Parmentier, Davids en Jonkers is hier eindelijk verandering in gekomen.²⁸ Vondsten in scheepswrakken hebben een niet onbelangrijke bijdrage geleverd aan de uitbreiding van kennis over oudere navigatieinstrumenten. Tien van de 95 graadstokken die Mörzer Bruyns in zijn studie over *The cross-staff* beschrijft, zijn opgedoken door archeologen.²⁹

De volgende verandering op methodisch niveau die zich de laatste jaren in het onderzoek heeft voorgedaan betreft het toenemend gebruik van seriële gegevens. Het kan gaan om de registratie van reeksen standaardgegevens over specifieke voorwerpen, zoals Van der Krogt voor de globes en Mörzer Bruyns voor de graadstokken heeft gedaan (voor elke stok werden lengte, doorsnede, graadverdeling, afmeting van de kruisen en het gebruikte materiaal geregistreerd, waardoor veranderingen in dit type instrument over een periode van tweehonderd jaar konden worden gereconstrueerd),³⁰ maar ook om het opstellen van series gegevens over bepaalde aspecten van de overdracht of toepassing van nautische kennis op basis van systematisch onderzoek in ongedrukte bronnen. Zo heeft Davids de frequentie van boeken en instrumenten in boedelinventarissen van zeelieden onderzocht en de verspreiding van innovaties op zee nagegaan door te noteren hoe vaak bepaalde nieuwe technieken, zoals de breedtebepaling buiten de middag volgens Douwes of de lengtebepaling door middel van maansafstanden in scheepsjournalen werden vermeld. Jonkers heeft met behulp van de computer zelfs duizenden waarnemingen van de magnetische declinatie in scheepsjournalen verwerkt.³¹

Ook de vraagstelling bij het onderzoek is de laatste tijd veranderd. De belangrijkste ontwikkeling die in dit verband kan worden gesignaleerd is dat de aandacht niet meer zozeer is gericht op het beschrijven van specifieke objecten en het weergeven van *best practice*-methoden, alswel op het reconstrueren en analyseren van de ontwikkeling van de dagelijkse praktijk van het navigeren in alle geledingen van het zeewezen – onderscheiden naar tak van scheepvaart

27. Een overzicht van dit bronnenmateriaal is te vinden in: C.A. DAVIDS, *Zeewezen en wetenschap. De wetenschap en de ontwikkeling van de navigatietechniek in Nederland tussen 1585 en 1815*, Amsterdam, 1986, pp. 34-40.

28. Zie bij voorbeeld KONINCKX, 'Zuidnederlanders', PARMENTIER, 'Saxenburg', DAVIDS, *Zeewezen en wetenschap*, met name hoofdstuk 6 t/m 8 en A.R.T. JONKERS, 'De tanende traditie: de neergang van magnetische declinatie in Nederlandse pelagische navigatie', *Tijdschrift voor Zeegechiedenis*, 15 (1996), pp. 121-145.

29. MÖRZER BRUYNs, *The cross-staff*, pp. 46-88.

30. VAN DER KROGT, *Globi Neerlandici*; MÖRZER BRUYNs, *The cross-staff*.

31. DAVIDS, *Zeewezen en wetenschap*, hoofdstuk 6 t/m 9; een eerste proeve van de resultaten van het onderzoek van JONKERS in: 'De tanende traditie', met name p. 127.

(Oostindiëvaart, Westindiëvaart, walvisvaart, oorlogsvaart en kaapvaart, handelsvaart binnen Europa) en naar sociale categorie (schippers, stuurlieden, zee-officiëren e.d.). Daarna wordt dan naar een verklaring gezocht van het tempo waarin en de manier waarop vernieuwing plaatsvond en wordt een peiling gedaan naar de factoren die continuïteit of verandering in de navigatiepraktijk bepalen. De rol van materiële factoren, zoals de prijzen van navigatiemiddelen, en van het institutionele kader waarbinnen de toepassing van bepaalde technieken gestalte kreeg, worden in dit verband in het bijzonder relevant geacht. Tot het institutionele kader behoren met name regelingen inzake de voorziening van kaarten en instrumenten en inzake de opleiding en selectie van navigatiepersoneel.³²

5. De twintigste eeuw onderbedeeld

Waarom zijn deze veranderingen niet doorgedrongen tot het onderzoek over de twintigste eeuw? Waarom is het onderzoek over de navigatietechniek en maritieme cartografie in de meest recente periode relatief stil blijven staan? Daar zijn naar mijn mening twee verklaringen voor te geven. De eerste is, dat de geschiedschrijving van de navigatietechniek en de maritieme cartografie meer dan andere takken van de zeegechiedenis is gelieerd met de geschiedschrijving van de wetenschap, waar zich precies hetzelfde verschijnsel voordoet: wetenschapshistorici in de Lage Landen (en elders) houden zich voornamelijk bezig met de periode vóór de twintigste eeuw. De Wetenschappelijke Revolutie, de Verlichting, de opkomst van georganiseerde wetenschap in universiteiten, musea en wetenschappelijke genootschappen staan veel meer in het brandpunt van het onderzoek dan omwentelingen in de wetenschap in de twintigste eeuw. De geschiedschrijving van de navigatietechniek en de maritieme cartografie, die zich sinds de tijd van Ernst Crone ook voor een deel op het forum van wetenschapshistorici richt,³³ heeft zich in zekere zin bij deze traditie aangesloten.

De tweede verklaring is, dat de ontwikkeling van de geschiedschrijving van de zeevaartkunde en de maritieme cartografie in de laatste decennia nauw verbonden is met de opbloei van de belangstelling voor de geschiedenis van handelscompagniën (zoals de Verenigde Oostindische Compagnie en de Oostendse Compagnie), de walvisvaart en de exploratie van Arctische streken.³⁴ De groei

32. Een voorbeeld van een dergelijke aanpak in: DAVIDS, *Zeewezen en wetenschap*, hoofdstuk 12.

33. Zie bij voorbeeld Crone's bijdrage aan de uitgave van de werken van Simon Stevin, die tussen 1955 en 1966 verscheen onder de titel *The Principal Works of Simon Stevin*. Hij verzorgde hierin de redactie van het deel over de astronomie en de zeevaartkunde.

34. Een overzicht van de ontwikkelingen in het onderzoek hierover bieden: J.R. BRUIJN en F.S. GAASTRA (red.), *Ships, sailors and spices. East India Companies and their shipping in the 16th, 17th and 18th centuries*, Amsterdam, 1993, J.R. LEINENGA, *Arctische walvisvangst in de achttiende eeuw. De betekenis van Straat Davis als vangstgebied*, Amsterdam, 1995 en de artikelen in

van deze sectoren van het maritiem-historisch onderzoek in Nederland en België heeft mede een 'vraag' gecreëerd naar meer kennis over de wijze waarop zeelui hun weg vonden over zee, welke kaarten ze gebruikten en hoe die kaarten werden geproduceerd. Maar omdat het onderzoek in deze sectoren zich door de aard van het onderwerp nu eenmaal toespitst op de periode van het eind van de zestiende eeuw tot het begin van de negentiende eeuw, ontbreekt een sterke stimulans om meer aandacht te besteden aan de navigatietechniek en maritieme cartografie in de twintigste eeuw.

Is de twintigste eeuw dan nog bijna helemaal onontgonnen terrein? Dat is nu ook weer niet het geval. F.C. van Oosten heeft in deel IV van het handboek *Maritieme Geschiedenis der Nederlanden*, dat in 1978 verscheen, een kort maar informatief overzicht gegeven van enkele grote lijnen in de ontwikkeling in de navigatietechniek en de maritieme cartografie na 1870.³⁵ Er is een aardig boekje over de activiteiten van de vereniging van leraren bij het zeevaartonderwijs, die in 1973 haar honderdjarig bestaan vierde.³⁶ Er zijn bruikbare schetsen van de geschiedenis van instellingen die zich met de verificatie van instrumenten bezighielden.³⁷ Er is hier en daar een nuttig artikel te vinden over het gebruik van radio of radar in de zeevaart of riviervaart.³⁸ En er is natuurlijk de nodige literatuur over zeevaartscholen. Niet alleen de Kweekschool voor de Zeevaart, maar bijna elke andere instelling in Nederland waar in de afgelopen eeuw zeevaartonderwijs is gegeven heeft wel zijn eigen gedenkboek gekregen. Zeevaartscholen in Rotterdam, Den Helder, Harlingen en IJmuiden, de school in het Zeemanshuis in Amsterdam, 'Abel Tasman' in Delfzijl – ze zijn allemaal wel eens bij een of ander jubileum in het zonnetje gezet.³⁹ Zulke jubileumboeken leveren bruikbare

Proceedings International Willem Barentsz Symposium. Conference on exploration and exploitation of the European Arctic Region in the past, present and future, Terschelling, 1998.

35. F.C. VAN OOSTEN, 'Navigatie en veiligheid op zee', in: R. BAETENS e.a. (red.), *Maritieme Geschiedenis der Nederlanden*, dl. IV, Bussum, 1978, pp. 133-157.

36. *100 Jaar Vereniging van Leraren bij het Hoger Lucht- en Zeevaartonderwijs 1873-1973*. Den Haag, 1973.

37. H. SPEK, *Verificatie van de Rijks Zee en Luchtvaartinstrumenten 1858-1978*, Wassenaar 1979; J. DE BOER, *Zeekaarten, instrumenten, scheepsseinlantaarns. Van Filiaalinstelling van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut tot Amsterdams Nautisch en Weerkundig Instituut van het Gemeentelijk Havenbedrijf Amsterdam 1881-1981*, Amsterdam, 1981.

38. J. NOORDEGRAAF, '75 jaar radio', *Zeewezen*, 70 (1981), 28-32; LEDERER, 'Utilisation du radar'; VAN CLEEMPUT, 'Radar'.

39. Zie bij voorbeeld H.Th. DE BOOY, *100 jaar Zeemanshuis en zeevaartschool van het Zeemanshuis*, z.p., z.j. [Amsterdam, 1956]; Ch. A. COCHERET, *De Rotterdamsche zeevaartschool 1833-1933*, Rotterdam, 1933; H.J. DE FEYFER, *Het licht der zeevaart. Friese bijdragen aan het zeevaartonderwijs*, Leeuwarden, 1974; H.E. KUIPERS, *125 jaar zeevaartkundig onderwijs in Den Helder*, Den Helder, 1979; IDEM, *En de zee wil met schepen geploegd zijn. 1833-1983 150 jaar Gemeentelijke Zeevaartschool*, Delft, 1983; IDEM, *Het water bolde tot de horizon. 80 jaar zeevaartonderwijs*, IJmuiden, 1985; C. ROGGENKAMP, *Van school voor nijverheid en zeevaart tot Noorderkweekschool 'Abel Tasman' 1856-1956*, Delfzijl, 1956.

gegevens op over verschillende aspecten van de instellingsgeschiedenis, zoals de samenstelling van het lerarenkorps, het aantal en de herkomst van de leerlingen, de financiële situatie, de beschikbare apparatuur of veranderingen in het curriculum. Maar de waarheid gebiedt te zeggen dat toch geen van deze boeken qua niveau aan het werk van Warnsinck kan tippen. Ze zijn veel minder breed en diep. Ze stijgen, anders dan het boek van Warnsinck, nooit uit boven de particuliere geschiedenis van de instelling die ze beschrijven.

6. Besluit : desiderata voor de twintigste eeuw

De boven geschetste veranderingen in het onderzoek over de geschiedenis van de navigatietechniek en de maritieme cartografie hebben de twintigste eeuw dus nog nauwelijks bereikt. Het is op zich een bekend feit, dat de techniek van de plaatsbepaling op zee in de loop van deze eeuw, en vooral na de Tweede Wereldoorlog, een revolutionaire verandering heeft ondergaan door de komst van elektronische navigatiemiddelen en en (in bepaalde sectoren) het *Ship's Inertial Navigation System (SINS)*. Navigatie met behulp van hemellichamen heeft grotendeels plaatsgemaakt voor navigatie met behulp van signalen uitgezonden door walstations of satellieten of van informatie verschaft door gyroscopische apparatuur aan boord. Sextanten en chronometers hebben het afgelegd tegen Loran, Decca, Transit, het Global Positioning System en SINS.⁴⁰ De herkomst van deze revolutie is ook geen geheim : de oorsprong lag in de Verenigde Staten, Groot-Brittannië en Duitsland. In Van Oostens bijdrage aan de *Maritieme Geschiedenis der Nederlanden* wordt hierover een heldere uiteenzetting gegeven.

Maar de verspreiding van deze vernieuwingen in Nederland en België is nog nauwelijks onderzocht. Over het tempo en de wijze waarop ze toepassing hebben gevonden is weinig bekend en over de achtergronden van deze ontwikkeling nog minder. Daar ligt, naar mijn idee, op dit moment de belangrijkste lacune in het onderzoek over de geschiedenis van de zeevaartkunde en de maritieme cartografie. Ik wil daarmee niet zeggen dat we voor de periode tot 1900 nu genoeg weten – verre van dat. Maar juist voor de twintigste eeuw zijn nog veel vragen niet beantwoord. Om er enkele te noemen : Hoe heeft de verandering in de navigatiepraktijk zich in de verschillende sectoren van de Nederlandse en Belgische scheepvaart precies voltrokken ? Deed zich in dit opzicht variatie voor tussen de marine, de koopvaardij, de zeevisserij en andere takken van maritieme bedrijvigheid ? Welke verschillen of overeenkomsten zijn er te constateren met de gang van zaken in de luchtvaart ? Hoe hebben zeelieden de kennis en vaardigheden verworven die voor de toepassing van de nieuwe technieken onmisbaar

40. Zie over deze ontwikkelingen : J.E.D. WILLIAMS, *From sails to satellites : the origin and development of navigational sciences*, Oxford, 1992 ; A.E. FANNING, *Steady as she goes. A history of the Compass Department of the Admiralty*, Londen, 1986, hoofdstuk 12.

waren ? Hoe is de nodige apparatuur te land en ter zee gefinancierd ? Bestonden er weerstanden tegen deze vernieuwingen of is de revolutie toch soepel verlopen ? Welke rol heeft het beleid van de overheid gespeeld ? Heeft ze de innovaties bewust gestimuleerd of vergemakkelijkt ? In welk opzicht zijn er verschillen of overeenkomsten te constateren tussen de gang van zaken in Nederland en België ? En in hoeverre heeft de ontwikkeling in de internationale verhoudingen na de Tweede Wereldoorlog, zoals de vorming van het Atlantisch Bondgenootschap en het ontstaan van een wapenwedloop tussen de Verenigde Staten en de Sowjet-Unie de revolutie in de navigatietechniek bespoedigd ? Allemaal vragen, waarop nu nog geen uitsluitsel valt te geven. De gedenkboekenliteratuur van zeevaartscholen bevat wel bruikbaar materiaal, maar levert bij lange na nog geen exact antwoord op. Maar dat antwoord is zeker te vinden als voor de twintigste eeuw, net als voor vroegere perioden in de geschiedenis, meer seriële gegevens worden verzameld en een breder scala aan bronnen wordt aangeboord. Onderzoekers zouden ook voor de geschiedenis van de recente periode meer de archieven kunnen induiken. Bovendien hebben ze ten opzichte van een historicus die de verspreiding van de octant onderzoekt nog het voordeel, dat ze de direct betrokkenen persoonlijk om inlichtingen kunnen vragen. Er is in de geschiedenis van de navigatietechniek en de maritieme cartografie dus nog veel interessants te doen. Het grootste terra incognita ligt op dit moment niet vóór 1900, maar eerder in de periode die het dichtst bij ons ligt. Daar kunnen we in de nieuwe eeuw het nodige aan gaan doen.

ABSTRACT

The historiography on navigation and maritime cartography in the Low Countries in the twentieth century

This article gives a brief survey and evaluation of twentieth century Dutch and Belgian historiography on the development of navigation and maritime cartography in the Low Countries. The principal tendencies in this historiography discussed by the author are the following: a widening of the chronological perspective to include the period between 1700 and 1900 as well as the sixteenth and seventeenth centuries, an increased use of international comparisons and a growing attention for technology transfer, and a notable change in sources, methods and questions that was a natural consequence of the professionalization of the historian's craft. Historians of navigation and maritime cartography nowadays employ a much greater variety of sources (especially archival sources and artefacts) and study these in much more systematic, serial, contextual fashion than their predecessors used to do before the 1960s. Finally, the author suggests some tentative answers to the intriguing question why the history of navigation and maritime cartography of the twentieth century itself has as yet hardly been studied. The essay concludes with a brief list of important issues (especially in twentieth-century history) that might be addressed in future research.

GEOMORFOLOGISCH RISICO-ONDERZOEK OP DE VLAAMSE BANKEN TUSSEN 1985 EN 1995

door

Guy DE MOOR

1. – De Vlaamse Banken

1.1. – *Morfologie*

De bodem van de Zuidelijke Noordzee wordt gekenmerkt door langgerekte zandbanken en ondiepe geulen die binnen groepen van min of meer parallel verloopende eenheden kunnen gerangschikt worden. Een van die groepen wordt gevormd door de Vlaamse Banken. Die liggen gecentreerd rond de positie 51°15 N en 2°40 E en strekken zich uit aan beide zijden van de grens tussen het Franse en het Belgische deel van het Noordzeeplat (fig. 1).

Op het Belgisch gedeelte omvatten de Vlaamse Banken van west naar oost achtereenvolgens de Oostdyck (ODB), de Buitenratel (BRB), de Kwintebank (KWB), de Middelkerkebank (MKB) en de Oostendebank (OSB). Hun lengte wisselt tussen 12 km en meer dan 25 km, hun hoogte tussen 5 m en 25 m en hun breedte op het peil van de topconvexiteit tussen 300 m en 1500 m. Plaatselijk kan de banktop uitrijzen tot boven het peil - 4 mH (d.w.z. ten opzichte van de lokale gemiddelde laagste laagwaterstand bij springvloed), plaatselijk ligt de banktop zelfs beneden -15 mH. De Vlaamse Banken hebben alle een ZZW-NNO richting en ze liggen zwak in wijzerzin verdraaid ten opzichte van de stroomrichting bij vloedpiek. De meeste banken vertonen een transversale asymmetrie. De hellingen zijn zeer zwak : zelden is de hellingsgraad groter dan 3% tot 5%.

De opeenvolgende geulen zijn er van west naar oost de Ratelgeul (BRG), de Kwinte (KWG), de Negenvaam (NVG) en het Uitdiep (UTG). De bodem van die geulen daalt zelden beneden het peil -30 mH en loopt overal af in zeewaartse richting. Het meest landwaartse gedeelte van de Negenvaam vertoont een snellere verhoging waardoor het zuidelijk uiteinde van deze geul een tongvormig uitzicht verkrijgt.

Aan het oppervlak van banken en geulen vindt men velden met zandgolven (tot 2 à 8 m hoog) en megaribbels (tot 0.5 à 1.5 m hoog) (fig. 2). Figuur 3 toont

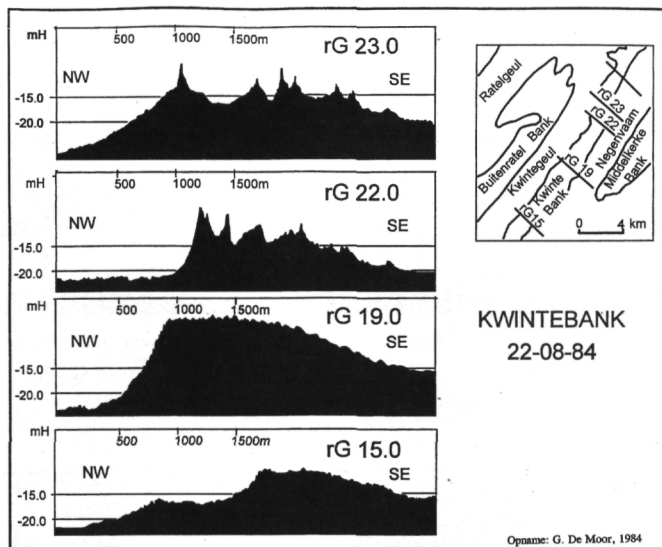


Fig. 2. — Morfologie van zandbanken en zandgolven langsheen transversale doorsnede van de Kwintebank.

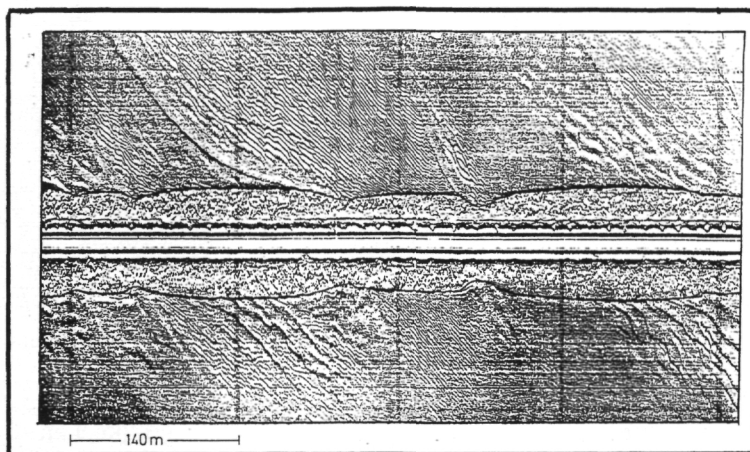


Fig. 3. — Sonogram met zandgolven en megaribbels op de noordzijde van de Kwintebank (rG 21.0) (opname De Moor, 1984, Klein side scan sonar).

op de eerste echogrammen ² die VAN VEEN in 1936 op de Varnebank in het Nauw van Kales opgenomen heeft (fig. 4).

Langsheel de banken treden veranderingen in de morfologische kenmerken op, zoals in het voorkomen, de afmetingen en het patroon van zandgolven

2. Een echogram is een reliëfdoorsnede opgenomen met een echoloder (zie bijlage 6). Die leidt de diepte af uit de looptijd van een geluidpuls tussen een transducer in de kiel van het schip en de zeebodem.

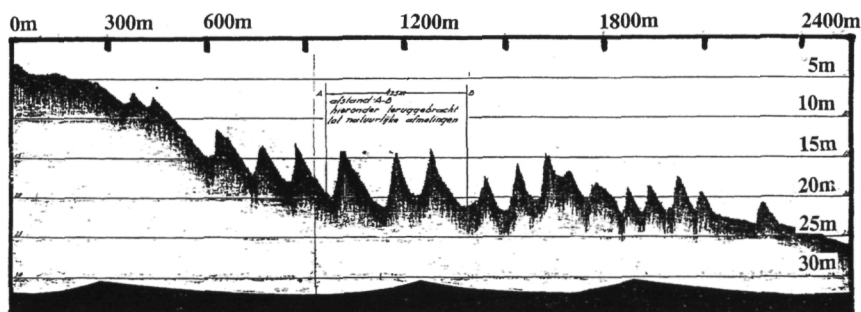


Fig. 4. — Echogram op de noordzijde van de Varnebank. Tot meer dan 5 m hoge zandgolven met steile zijde naar de banktop gericht. Onderaan is een groep van drie zandgolven voorgesteld op ware schaalverhouding (1:1) (opname J. Van Veen, 1936).

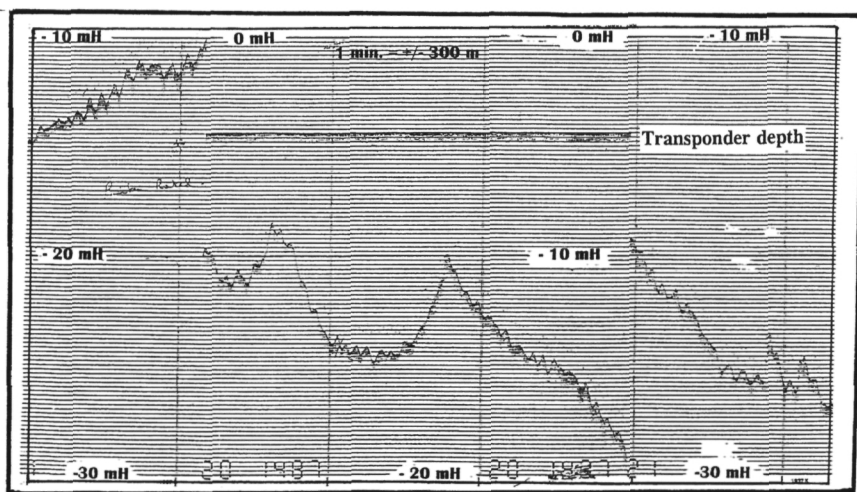


Fig. 5. — Bruto-echogram op de oostflank van de Buitenratel langs referentielijn rG 19.0 (opname De Moor, 08.11.88).

en megaribbels. Figuur 3 toont dat die dikwijls een ongelijke kamstrekking hebben. Langsheen sommige banken verandert de transversale asymmetrie van flank wat gepaard gaat met een kink in het lengteprofiel van de bank. Dergelijke asymmetriewissel komt voor langs de Westhinderbank en langs de Kwintebank.³

Dit onderzees reliëf wordt waargenomen op echogrammen (fig. 5). Het wordt voorgesteld op hydrografische kaarten (fig. 6)⁴ en ook bij middel van hypsometrische profielen, meestal met grote overdrijving van de hoogteschaal (fig. 7).

3. DE MOOR, G. (1986). *Geomorfologisch Onderzoek op het Belgisch Kontinentaal Plat*. In : *Belgische Vereniging voor Aardrijkskundige Studies*, 55, pp.133-174, 11 fig.

4. Hydrografische kaarten zijn hypsometrische kaarten waarop het zeebodemreliëf weergegeven wordt door het verloop van hoogtelijnen bepaald ten opzichte van een nulvlak dat, althans wat de

Seismische prospectie ^{5,6}, boringen ^{6,7} en aanvullende studies van de oppervlakkige sedimenten ^{8,9,10} bevestigen dat de Vlaamse Banken voor het grootste deel opgebouwd zijn uit marien-zandige lichamen van holocene ouderdom. In sommige banken komen plaatselijk kernen met pleistocene afzettingen voor. De isopachenkaart van de quartaire afzettingen op het Belgisch continentaal plat ¹¹ illustreert de geringe dikte van de quartaire afzettingen in de geulen in tegenstelling tot hun grote dikte in de banken. Uit gedetailleerd seismisch onderzoek is gebleken dat de steile bankzijde niet zonder meer als residuele progradatiezijde kan beschouwd worden maar dat het eerder de zwakke helling is die een netto afzettingseffect kent.⁷

1.2. – Hydrodynamiek en sedimentdynamiek

In de ondiepe Zuidelijke Noordzee worden de dynamiek van het zeebodemoppervlak en die van de sedimenten bepaald door getijden, stromingen en gol-

Belgische kaarten betreft, overeenkomt met het lokaal gemiddelde laagste laagwaterpeil bij springtij (GLLWS), en dat ook gekend is als H-vlak. Ze worden opgenomen op basis van dieptelodingen en lodingskaarten. De omzetting van de ogenblikkelijk gemeten diepte naar peil t.o.v het nulvlak gebeurt door tijreductie. Bij de verwerking van de dieptegegevens wordt bij de opmaak van hydrografische kaarten rekening gehouden met bepaalde consideraties in verband met de nautische veiligheid van de scheepvaart. Zo kan men per elementaire groep lodingspunten opgenomen gedurende een korte tijd of over een korte afstand alleen de minst diepe als representatief voor de groep in rekening brengen.

5. MOSTAERT, F., AUFFRET, J.P., DE BATIST M., HENRIET, J.-P., MOONS, A., SEVENS, E., VAN DEN BROEKE I. & VERSCHUREN, M. (1989). *Quaternary Shelf Deposits and Drainage Patterns off the French and Belgian Coasts*. In : J.-P. HENRIET, G. DE MOOR & M. DE BATIST (Ed.) : *Tertiary and Quaternary Geology of the Southern Bight*. Brussels, Ministry Economic Affairs, pp. 111-118.

6. DE BATIST, M., TRENTESAUX, A., MISSIAEN, T. & BERNÉ, S. (1994). *Large Scale Internal Structure of the Middelkerke Bank*. In : DE MOOR, G. (Ed.) : *Relationship between Sea Floor Currents and Sediment Mobility in the Southern North Sea*. (Onuitgegeven verslag). Brussels, EC-DG XII, Project MAST 1, RESECUSED, Final Report, pp. 4-1/4-29, 16 fig.

7. DE MOOR, G. (1985). *Shelf Bank Morphology off the Belgian Coast. Recent Methodological and Scientific Developments*. In : VAN MOLLE (Ed.) : *Recent trends in Physical Geography, Liber Amicorum L. Peeters*. Brussel, Study Series Vrije Universit. Brussel, New Ser. 20, pp. 47-90, 24 fig. (zie meer speciaal figuur 10).

8. DE MOOR, G. & LANCKNEUS, J. (1991). *Zand- en grindwinning op het Belgisch continentaal plat en monitoring van de eventuele gevolgen voor de bodemstabiliteit*. In : *Colloquium Oppervlaktedelfstoffenproblematiek in Vlaanderen...* Gent, Universiteit Gent, Genootschap Gentse Geologen., Proceedings, pp. 188-214, 20 fig. (zie meer speciaal figuren 6, 7, 8, 9).

9. LANCKNEUS, J. (1989). *A Comparative Study of Some Characteristics of Superficial Sediments on the Flemish Banks*. In : J.-P. HENRIET, G. DE MOOR & M. DE BATIST (Ed.) : *Tertiary and Quaternary Geology of the Southern Bight*. Brussels, Ministry Economic Affairs, pp. 229-241, 18 fig., 7 tab.

10. TRENTESAUX, A., STOLK, A., TESSIER, B. & CHAMLEY, H. (1994). *Surficial Sedimentology of the Middelkerke Bank (Southern North Sea)*. In : *Marine Geology*, 121, pp. 43-55.

11. LIU, A'C., MISSIAEN, T. & HENRIET, J.-P. (1992). *The Morphology of the Top-Tertiary Erosion Sea Floor in the Belgian Sector of the North Sea*. In : *Marine Geology*, 105, pp. 275-284.

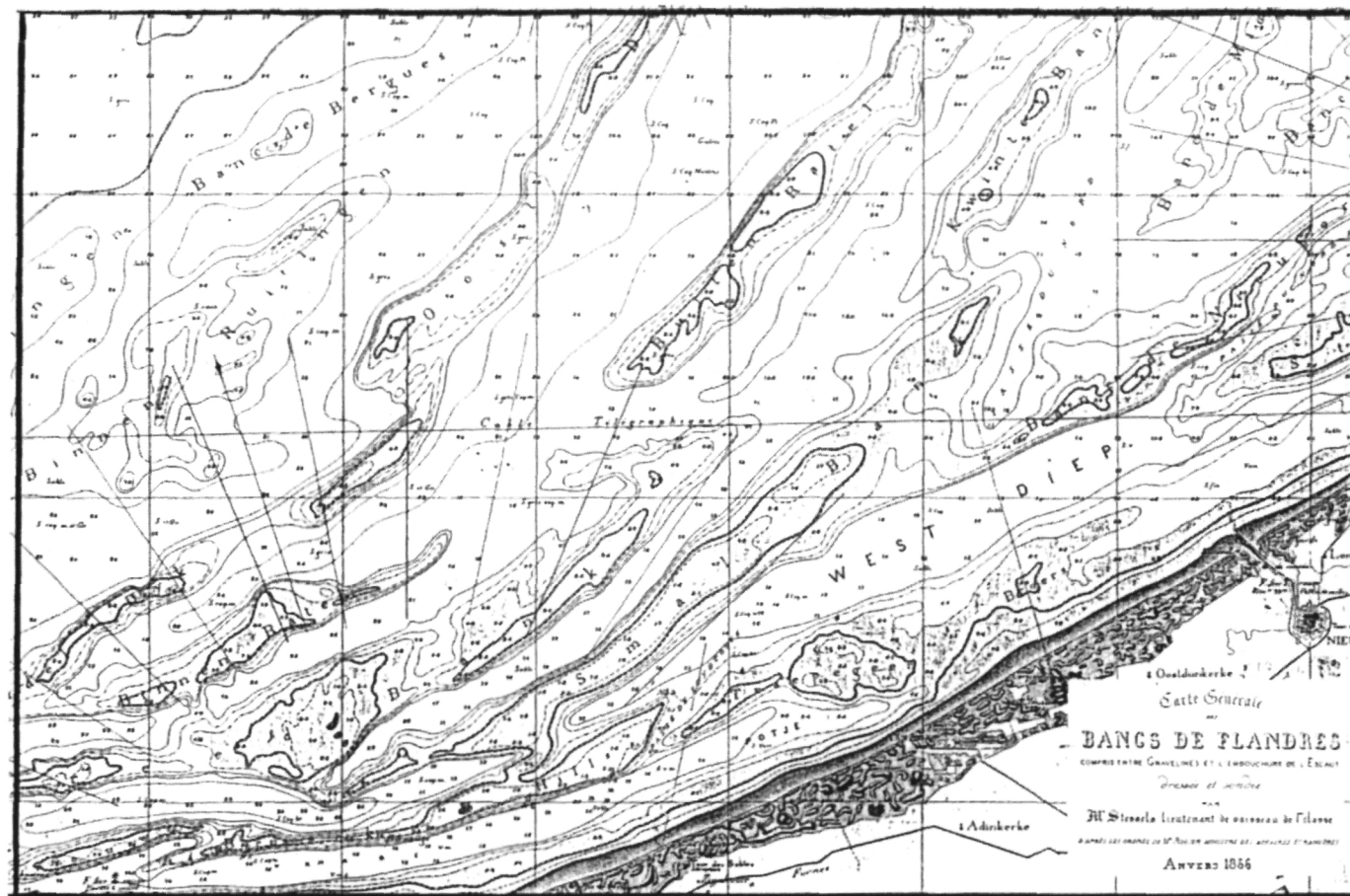


Fig. 6. — De Vlaamse Banken op de eerste Belgische hydrografische kaart (opname Stessels, uitgave 1866).

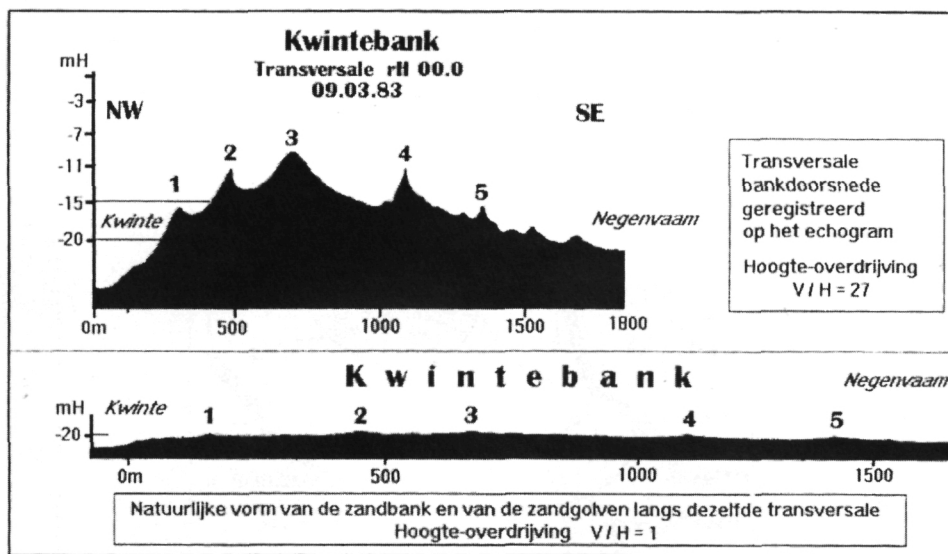


Fig. 7. — Transversale doorsnede doorheen de noordelijke Kwintebank. Effect van de hoogte-overdrijving.

ven. De voornaamste elementen zijn : (a) het halfdagelijks megatidaal getij waarvan de hoogte afhangt van de afstand tot de amfidromie van Norfolk (fig. 8) ; (b) de voortdurende wisselingen van de tijhoogte (fig. 9) en van de snelheid en richting van de tijstromen in functie van de halfdagelijkse vooruitgang van het getij en van de veertiendaagse doottij/springtij cycli, zoals aangegeven door de stroomrozen.¹² Die veranderen overigens niet alleen met de plaats maar ook met de diepte (fig. 10) ; (c) het verschil in piekstromsnelheid en piekstroomrichting tussen hoog en laag water (fig. 10), meer in 't bijzonder bij doottij en bij springtij ; (d) de asymmetrie van het getij waarmee het verschil in duur van vloed en eb bedoeld wordt ; (e) het verschil tussen de ogenblikkelijke en de residuele waterverplaatsing zoals aangegeven door waterverplaatsingsdiagrammen (fig. 11) ; (f) de golf- en deining-kenmerken ; (g) verhogingen of verlagingen van de waterstand veroorzaakt door atmosferische factoren zoals windsnelheid, windrichting, luchtdrukdaling of luchtdrukstijging die het wateroppervlak respectievelijk doen stijgen of dalen, ligging en baan van depressiekernen, enz.¹³ De windrichting bepaalt de strijklengte en beïnvloedt dus mede de golfhoogte en het ontstaan van opstuwing en van bodemstromen en kan de waterverplaatsing beïnvloeden. In dit verband speelt Noordwestenwind een grote rol vòòr de Vlaamse kust.

12. VAN CAUWENBERGHE, C. (1992). *Noordzee-Vlaamse Banken. Stroomatlas 1992*. Oostende, Dienst der Kusthavens, Hydrografie. 24 krt.

13. CODDE, R. & DE KEYSER, L. (1967). *Noordzee, Kust / Scheldemonding, ZeeSchelde*. Brussel, Nationaal Comité voor Geografie, Atlas van België, plaat 18 A / 18 B, Toelichtende tekst, 60 p., 12 fig., 15 tab.

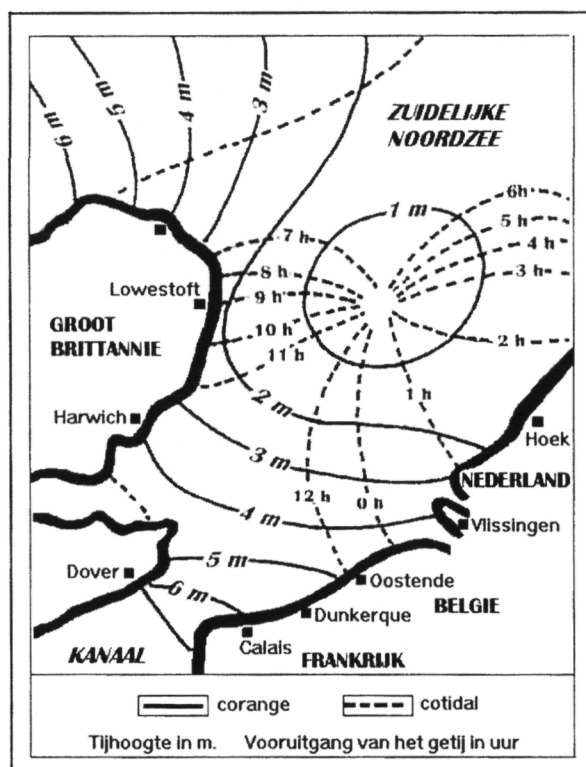


Fig. 8. — Het getij in de Zuidelijke Noordzee. De amfidromie van Norfolk.

Het sedimenttransport dat aan de basis van deze veranderingen ligt is uiterst complex zoals de waterverplaatsingsdiagrammen suggereren (fig. 11). In dit getijdemilieu veranderen richting en snelheid van de ogenblikkelijke sedimentstroom voortdurend. Er treedt heen en weer gaande sedimentverplaatsing op gepaard gaande met sortering en tijdelijke afzetting. Het residueel effect kan zowel uit erosie (en verlaging), uit afzetting (en verhoging) of uit dynamische stabiliteit bestaan. De sedimenten die bij elke afzettingsfase achterblijven verschillen in kenmerken zodat het geheel een fijn-gelaagde interne structuur vertoont.

De ingewikkelde sedimentdynamische en morfodynamische effecten van wisselende watersnelheden en stroomrichtingen hangen mede af van de korrelgroottekenmerken van de sedimenten. Voor elke korrelgrootteklasse bestaan andere kritische snelheden voor erosie, transport en afzetting.¹⁴ Figuur 12 suggereert een eenvoudig verband tussen korrelgrootte en kritische snelheden. Waterdiepte, waterdensiteit, korrelgrootteverdeling, turbulentiegraad, bodemruwheid,

14. Hjulström, F.(1935). *Studies of the Morphological Activity of Rivers as Illustrated by the River Frys*. In : *Bulletin Geological Institute University Uppsala*, 25, pp. 221-527.

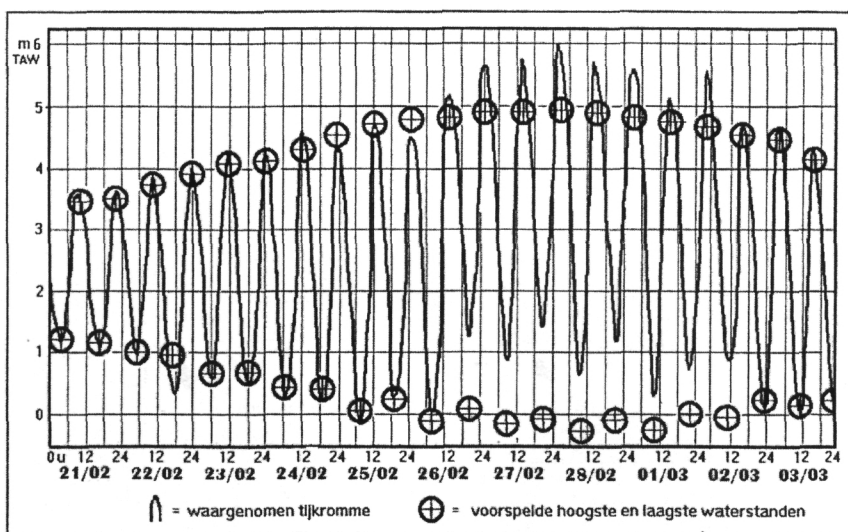


Fig. 9. — Tijdkromme te Oostende tussen 21.02.1990 en 03.03.1990 (Bron : Dienst der Kust, Oostende). De kromme toont de overgang van dood tij naar springtij samenvallend met de zware NW storm van 26.02.90 tot 01.03.90. Door strijklengte en luchtdrukdaling bedroeg de peilverhoging 1 m bij hoog water tot 1.5 m bij laag water.

ribbelkenmerken, verzadigingsgraad, cohesie, agglomeratie en andere factoren spelen echter ook een rol. Sedimenten zijn zelden uit één korrelgrootteklasse opgebouwd.

2. – Geomorfologische risico's in een marien zandig epicontinentaal milieu

Onderzoek naar geomorfologisch risico's richt zich op de mogelijkheid dat er veranderingen in het reliëf, meer bepaald in het zeebodemreliëf, kunnen optreden die nadelige effecten zouden hebben voor menselijke aanwezigheid of voor menselijke activiteiten en realisaties.

Op de Vlaamse Banken houden de geomorfologische risico's vooral verband met : (a) verplaatsingen van de banken en verschuiving van de bankflanken ; (b) veranderingen in de hoogte van banktoppen en geulbodems ; (c) veranderingen in de ligging, het verloop, de hoogte en de mobiliteit van de zandgolven waardoor o.a. de diepte in de geulen kan veranderen ; en (d) verschillen in snelheid en amplitudo van deze veranderingen.

De studie van de veranderingen van de bodemtopografie is een belangrijk wetenschappelijk onderwerp dat bovendien ook tal van praktische implicaties inhoudt.

Verhoging of verlaging van de banktoppen door winst of verlies van zand kan verregaande gevolgen hebben voor de navigatie, de bodemfauna, de visserij, de stabiliteit van structuren verankerd in de bodem, de werking van telefonie-

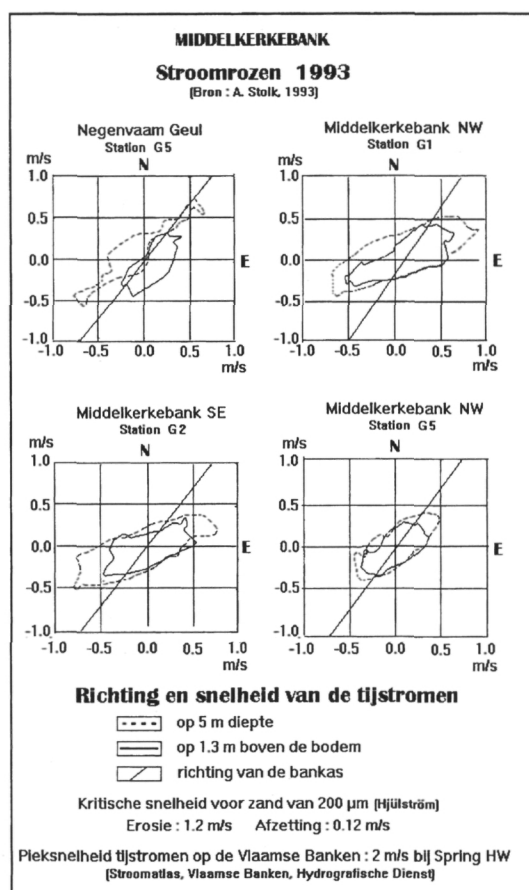


Fig. 10. — Stroomrozen op verschillende dieptes op de Middelkerkebank.

kabels en van gas- of olieleidingen en ook voor de exploitbaarheid van bodemmineralen. Diepte van de top en richting van de kustbanken beïnvloeden de energie waarmee golven op strand en vooroever inslaan en kunnen een invloed hebben op de kusterosie. Verhoging van de geulbodems kan een gevaar vormen voor de nautische veiligheid als de geulen een kritische diepte bereiken of als de toppen van de zandgolven tot boven die diepte uitgroeien. Verschuiving van banken vormt een bedreiging voor de scheepvaart.

Anderzijds riskeren menselijke ingrepen op de zeebodem zoals bij zand- en grintwinningen of bij het opwerpen van kunstmatige eilanden, wat met hoogteveranderingen gepaard gaat, de hydrodynamiek, de sedimentdynamiek en de morfodynamiek te beïnvloeden. Vandaar de noodzaak om vooraleer belangrijke ingrepen uit te voeren een kwantitatieve referentie vast te leggen.

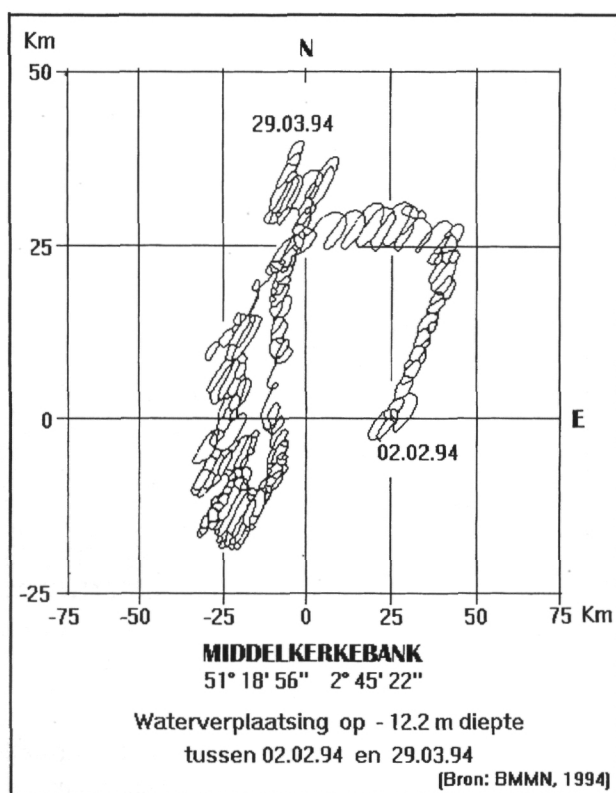


Fig. 11. — Waternverplaatsingsdiagram op de Middelkerkebank.

3. – Algemene methodologie

Om geomorfologische risico's in te schatten kan men de hoogteveranderingen volgen door gedurende een langere periode opeenvolgende dieptemetingen beneden een referentievlaak (nulvlaak) uit te voeren in een vast lodingspunt dat als representatief beschouwd wordt, na tijreductie een tijdreeks voor de dieptes op te stellen, de evolutietrend te bepalen en de resultaten, numerisch uitgedrukt, te synthetiseren in een cartografisch document.

Men kan de diepte ook meten in opgelijnde meetpunten en zo een diepte-profiel opnemen (of echogram indien het echolood gebruikt wordt), de opname van zulk echogram (fig. 4, fig. 5) herhalen langs een vaste vaarlijn, elk echogram door tijreductie ¹⁵ verwerken tot een hypsometrisch profiel (fig. 7, fig. 20), de op-

15. Tijreductie is een procedure om de diepte gemeten t.o.v. het ogenblikkelijk wateroppervlak op een lodingspunt om te zetten in hoogtepeil t.o.v. een vast referentie-oppervlak. Overeenkomstig de Belgische traditie is dit het lokaal G.L.L.W.S. Tijreductie is nodig omdat gedurende de opname op zee de hoogte van de waterspiegel, en dus ook waterdiepte boven de vaste bodem voortdurend

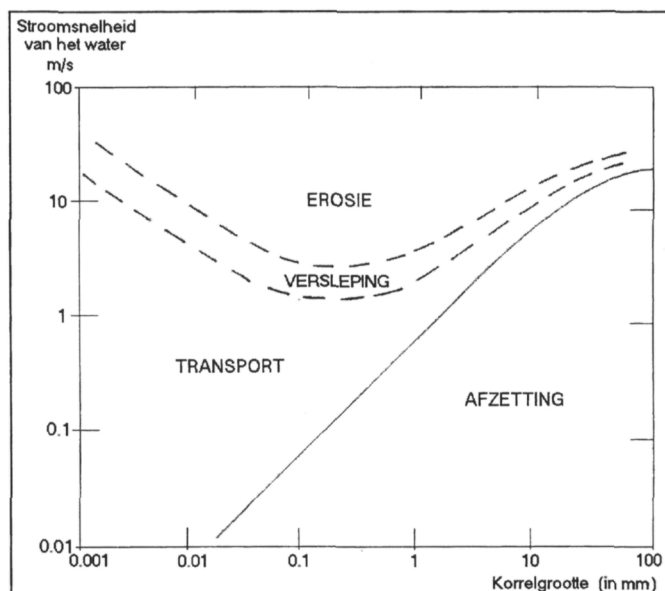


Fig. 12. — Bewegingstoestand van sedimenten alnaar korrelgrootte en waterstroomsnelheid (Hjülström, 1935).

eenvolgende profielen vergelijken, hoogteverschilprofielen opstellen en verder tijdreeksen van de hoogteverandering maken en daarmee evolutietrends bepalen.

Anderzijds laten dieptemetingen in een net van lodingspunten toe om een lodingskaart (fig. 13) op te nemen. Na tijreductie¹⁵ van de dieptes kan men die lodingskaart dan met behulp van interpolatietechnieken herleiden tot een hoogtelijnenkaart. Door visuele vergelijking van sequentiële opgenomen hoogtelijnenkaarten kan men dan de hoogteveranderingen inschatten of, indien een databank van digitale diepte- en plaatsgegevens beschikbaar is, een hoogteverschilkaart opmaken. Bij sequentiële opname van echogrammen en lodingskaarten is het niet nodig op dezelfde lodingspunten terug te keren voor zover de resolutie van het meetnet groot genoeg is om een voldoende getrouwe reliëfswaergave te bekomen.

Om kleinere reliëfsvormen te karteren of om een meer nauwkeurig diepte-profiel of dieptekaart te bekomen zal men bij elke opname de meetfrequentie en eventueel ook de scheepssnelheid verlagen. Door de kortere tussentijd tussen de

verandert wegens de vooruitgang van het getij. Indien de opname gepaard gaat met verplaatsing van het schip t.o.v. het centrum van de amfidromie waarbinnen het zich bevindt (fig. 8) zoals bij profielopnames, passeert het schip aanhoudend door plaatsen met een andere tijamplitudo. Tijreductie omvat dan ook een plaats- en een tijdscomponent. Tijreductie is nodig om vergelijkbare hypsometrische profielen en kaarten te bekomen. Om de tijreductie te bepalen gebruikt men een tijkromme opgenomen in een plaats geïntegreerd in de procedure.

lodingspunten wordt ook de afstand kleiner en bekomt men een lodingskaart met grotere resolutie. Vanzelfsprekend zal men de diepte met de grootst mogelijke precisie meten. Door de opnamefrequentie te verhogen kan men de hoogteveranderingen met meer detail volgen.

4. – Belang van de technologische evolutie

Hoogteveranderingen opvolgen door opname van opeenvolgende echogrammen langs vaste vaarlijnen was tot vòòr 1970 nagenoeg onmogelijk. Nauwkeurig dezelfde lijn afvaren werd slechts doenbaar dank zij de ontwikkeling van moderne technieken voor plaatsbepaling en navigatie.

Tot de eerste wereldoorlog werd de zeebodembedpte met manuele of mechanische lodingen vanaf het zee-oppervlak gemeten. Dit was tijdrovend, bood geen grote nauwkeurigheid en gebeurde meestal met een geringe resolutie. Onderzoek naar de zeebodemdynamiek, gesteund op systematische en nauwkeurige metingen van plaats en diepte, uitgevoerd met grote resolutie, heeft dan ook lang op zich laten wachten.

Kort na de eerste wereldoorlog werd dieptemeting met het *single-beam* echolood geïntroduceerd.¹⁶ Met het echolood (zie bijlage 6) kan men dieptemetingen snel na elkaar uitvoeren en de lodingsfrequentie verhogen en zo echogrammen en lodingskaarten met grote lodingsdichtheid bekomen en dus kleine reliëfvormen waarnemen. Rond 1933 is J. VAN VEEN begonnen het echolood te implementeren in het zeebodem-onderzoek in de Zuidelijke Noordzee.¹⁷

De tweede technologische verbetering betreft plaatsbepaling en navigatie. De getrouwheid en de nauwkeurigheid van de reliëfsreconstructie door dieptemetingen vanaf het wateroppervlak hangen immers niet alleen af van de precisie van het echolood, van de resolutie van de lodingspunten en van de juiste tijreductie, maar ook van de nauwkeurigheid van de plaatsbepaling. Indien men opeenvolgende profielen wil vergelijken is de nauwkeurigheid waarmee vaste referentielijnen afgevaren worden, en dus ook de frequentie en de nauwkeurigheid waarmee de opeenvolgende plaatsbepalingen gebeuren, van fundamenteel belang.

Tot de tweede wereldoorlog gebeurde plaatsbepaling van lodingspunten bij dieptekartering door kustvaarttechnieken, door astronomische plaatsbepaling of door klassieke *Dead Reckoning*. Binnen de tien à twaalf kilometer uit de kust

16. In 1922 werd aan boord van de Amerikaanse destroyer STEWART een eerste continu echogram opgenomen doorheen de Noord-Atlantische Oceaan. In 1925 heeft Georg WÜST met het Duitse oceanografisch onderzoekingschip METEOR echogrammen opgenomen in verschillende delen van de Atlantische Oceaan. (Zie ook BOWDITCH, N (1977-81). *American Practical Navigator*. Wasinghton, Defence Mapping Agency, Hydrographic Center, vol. I (1977), pp. 14 ; en DE MOOR, G. (1991). *Developments in Sea Floor Research*. In : *Marine Research in Flanders*. Ostend, Instituut voor Zeewetenschappelijk Onderzoek, pp. 14-28).

17. VAN VEEN, J. (1936). *Onderzoekingen in de Hoofden in verband met de gesteldheid der Nederlandsche Kust*. 's Gravenhage, Nieuwe Verh. Bataafsch Genootsch., 252 p., 148 fig.

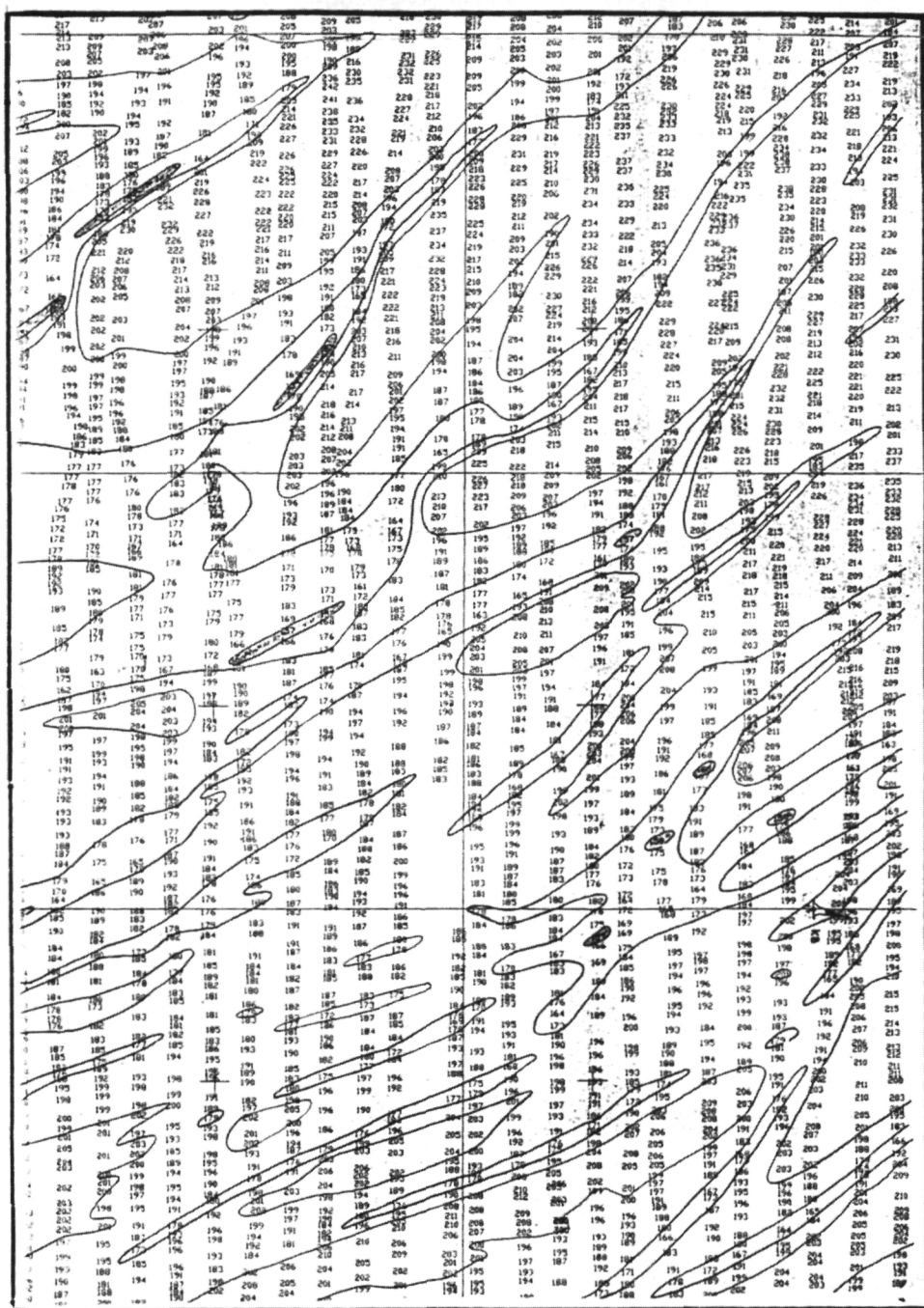


Fig. 13. — Uittreksel uit een lodingskaart op de Kwintebank (14.01.97) (opname Hydrografische Dienst Oostende; Tijreductie M2).

werd gewerkt met achterwaartse insnijding naar landmerken zichtbaar vanuit zee, meer bepaald met behulp van kompaspeilingen en van horizontale hoekmetingen met de sextant. Verder in zee werd gebruik gemaakt van boeien waarvan de positie voordien vastgelegd was. Later werden ook radarpeilingen ingevoerd. Al deze technieken vereisten relatief veel tijd voor de opname, leenden zich moeilijk tot hoogfrequente positioneringen nodig bij een hoge resolutie van lodingspunten en bij preciese navigatie en werden ten dele grafisch uitgewerkt wat toen nog een grote verwerkingstijd vergde.

Na de tweede wereldoorlog werden de radio-elektronische hyperbolische positionerings- en navigatiesystemen (zie bijlage 5) geïmplementeerd, meer in het bijzonder de DECCA NAVIGATOR. Tegen 1970 kon men daarmee op de Vlaamse Banken gedurende het grootste deel van de dag plaatsbepalingen bekomen met een systeemnauwkeurigheid van de orde van 20 à 50 m. Gedurende het pilootproject „Kwintebank” in 1980-83 werden de Decca-coördinaten manueel om de 30 seconden opgenomen.¹⁸ Transformatieformules lieten toe de Decca-coördinaten om te zetten naar geografische coördinaten, rekening houdend met de gebruikte projectie en ellipsoïde

Decca-Navigator laat ook toe één van de Decca-coördinaten (zie bijlage 5) aan te houden en aldus dezelfde radio-elektronische hyperbool (in feite een nulphaseverschillijn voor signaalontvangst van de twee radiogolven) te volgen, wat het sequentieel afvaren van eenzelfde positiehyperbool vergemakkelijkt. Deze eigenschap was bijzonder interessant in het geval van de Vlaamse Banken omdat de armen van de Decca-hyperbolen daar nagenoeg rechte lijnen vormen. Gedurende het pilootproject „Kwintebank” werden Decca-hyperbolen gevolgd als vaste vaarlijnen om sequentiële echogrammen op te nemen.¹⁸ Koersstabiliteit en nauwkeurigheid van plaatsbepaling bleven echter nog te gering om de vereiste precisie te bereiken.

Vanaf 1982 werd de „Vlaamse Kust”-keten van het radio-elektronisch navigatiesysteem TORAN¹⁹ ingeschakeld bij de campagnes in het „Kwintebank-project”. Dat systeem bood een grotere positienauwkeurigheid maar bleek op de Vlaamse Banken erg instabiel te zijn wegens herhaalde *lane-slip* zodat men de profielopnames veelvuldig moest onderbreken om naar Toran-referentiepunten terug te keren.

De periode 1980-1995 is van groot belang geweest voor de uitbouw van het onderzoek van de zeebodemdynamiek door de introductie van nieuwe ondersteuningstechnieken zowel inzake plaatsbepaling en navigatie als wat betreft dieptemeting en andere middelen voor waarneming van het zeebodemreliëf. De

18. DE MOOR, G. (1984). *Morfodynamiek en sedimentdynamiek rond de Kwintebank*. (Onuitgegeven verslag). Brussel, Ministerie Economische Zaken, Deel I (Tekst), (219 p.), II (71 p.), III (65 p.), IV (39 p.), V (36 p.).

19. DE CEURT, F. & VAN CAUWENBERGHE, C. (1983). *Het radioplaatsbepalingssysteem TORAN „Belgische kust en aangrenzend gebied”*. In : *Tijdschrift der Openbare Werken van België*, 1983 (3).

computertechnologie en de *real time* dataregistratie hebben de acquisitie van grote digitale databestanden en hun grafische en cartografische verwerking mogelijk gemaakt.

Vanaf 1984 werden die technologieën geïmplementeerd aan boord van het oceanografisch schip BELGICA en van het hydrografisch schip TER STREEP die van toen af voor het onderzoek op de Vlaamse Banken gebruikt geweest zijn. Compatiebele software en hardware werden ingeschakeld voor de verdere laboratoriumverwerking.

In 1985 werd het SYLEDIS-systeem²⁰ operationeel langsheen de Vlaamse kust. Dit meer performante radio-elektronisch navigatiesysteem liet snellere, meer frequente en meer betrouwbare plaatsbepalingen toe met een systeem-nauwkeurigheid die op de Vlaamse Banken tot beter dan 5 m was en met een registratiefrequentie tot 1 Hz. Bovendien bood SYLEDIS ook navigatiemodes die het precies afvaren van loxodromen²¹ sterk vergemakkelijkten. Koersafwijkingen kon men in *real time* opvolgen op track plots en op *left-right indicators* waardoor men de koers reeds bij zeer kleine afwijkingen van de vaste vaarlijn onmiddellijk kon bijsturen. Afgevaaren lijnen kon men à posteriori nauwkeurig uitplotten met behulp van de geregistreerde coördinaten en aldus afwijkende opnames elimineren.

Vanaf 1985 kon men sequentiële bathymetrische opnames uitvoeren langs vaste referentielijnen en veranderingen van de zeebodemhoogte opvolgen met een nauwkeurigheid, een resolutie en een frequentie die het bekomen van nauwkeurige en vergelijkbare sequentiële hypsometrische profielen mogelijk maakten. Na 1992 werden positie, plaats en tijd één tot twee maal per seconde digitaal geregistreerd. Ondertussen had men ook tijregistraties²² en tijreductiemethodes^{23,24} verder ontwikkeld.

Rond 1995 begon een nieuwe fase van technologische vernieuwingen die tot verdere verbetering van de hypsometrische opnames geleid hebben.

20. VAN CAUWENBERGHE, C. & DENDUYVER, D. (1993). *Het radioplaatsbepalingssysteem SYLEDIS langs de Belgische kust en aangrenzend gebied*. Oostende, Hydrografische Dienst der Kust. Rapport n° 41, 22 p.

21. Loxodromen komen overeen met lijnen die men met constante koers kan afvaren. Op een klassieke Mercatorkaart hebben ze het uitzicht van rechte lijnen. Omwille van die kenmerken worden ze in de zeevaart veel gebruikt. De afgelegde weg langs een loxodrome is wel langer dan die langs de orthodrome die met de sferische grootcirkelboog tussen dezelfde eindpunten overeenkomt maar waarvan het afvaren voortdurend koerswijzigingen vereist.

22. VAN CAUWENBERGHE, C. (1993). *Overzicht van de tijwaarnemingen langs de Belgische kust. Periode 1981/1990 voor Nieuwpoort, Oostende en Zeebrugge*. Oostende, Hydrografische Dienst der kust. Rapport n° 40, pp. 1-14, 21 tab., 3 fig.

23. VAN CAUWENBERGHE, C., DEKKER, L. & SCHUURMAN, A. (1987). *M2 Tidal Reduction Method for Coastal Zones*. In : *Workshop on Tidal Reduction Methods*. Amsterdam, Hydrographic Society, pp.1-5.

24. VAN CAUWENBERGHE, C., DEKKER, L. & SCHUURMAN, A. (1993). *M2 Tidal Reduction Method for Coastal Waters*. Oostende, Hydrografische Dienst. Rapport. n°33, 12 p.

De hyperbolische plaatsbepalingssystemen werden snel vervangen door het satelliet-navigatiesysteem GPS (*Global Positioning System*). Na korte tijd kwam het meer performante DGPS (*Differential Global Positioning System*) beschikbaar dat toeliet op de Vlaamse Banken geografische breedte en lengte met grote frequentie, in *real time* en met een precisie van 1 à 2 m af te lezen. Het bood ook interessante perspectieven inzake tijdreductie gezien de vooruitzichten om op elk ogenblik nauwkeurig de zeespiegelhoogte ten opzichte van een referentievlak te kennen en die direct op de gemeten dieptes te kunnen invoeren.

Vanaf 1995 is de *multibeam* bathymetrie operationeel geworden. Die laat toe in *real time* strookvormige lodingskaarten met zeer hoge resolutie en precisie op te nemen en onmiddellijk gedetailleerde en nauwkeurige hydrografische kaarten af te leveren. Tegelijk is ook belangstelling gerezen om satellietbeelden te gebruiken voor bathymetrische doeleinden.^{25, 26}

Van groot nut voor de directe waarneming van het zeebodemreliëf en voor de studie van de mobiliteit van zandgolven en megaribbels was de ontwikkeling van de *side scan sonar* technologie tussen 1970 en 1980. Later werden *software* programma's ontwikkeld die toelieten mozaïeken te maken met aansluitende parallelle sonogrammen.

5. – De geomorfologische risico- evaluatie op de Vlaamse Banken in 1985-95

Het doel van dit deel is te tonen wat rond 1970 mogelijk was inzake onderzoek naar de stabiliteit van het zeebodemreliëf op de Vlaamse Banken, wat men in de periode 1985-1995 kon verwezenlijken en welke methodes daarbij gebruikt of ontwikkeld werden.

Het steunt grotendeels op het onderzoekswerk dat door terreinwaarnemingen en door laboratoriumverwerkingen tussen 1980 en 1995 uitgevoerd is aan het Laboratorium voor Fysische Aardrijkskunde van de RUG onder leiding van Guy De Moor. Bijlage 1 geeft een overzicht van de campagnes die gedurende dit onderzoek op de Vlaamse Banken in de periode 1980-1995 uitgevoerd zijn.

De opname- en verwerkingstechnieken voor evaluatie van geomorfologische risico's die in de periode 1985-1995 op de Vlaamse Banken gebruikt werden zullen toegelicht worden. Omwille van het verschil in nauwkeurigheid zijn de data van vòòr 1985 niet verder gebruikt.

Het is niet de bedoeling hier pro-actieve voorspellingen over de zeebodem-evolutie te doen. Bij natuurlijke processen mag de predictieve betekenis van

25. WENSINK, G.J., HESSELMANS, G.H.F.M., CALCOEN, C.J. & VOGELZANG A. (1996). *The Bathymetry Assessment System (BAS)*. Rotterdam, Hydro '96, Tenth Biennial International Symposium of the Hydrographic Society - 2^o session : New Technology, Proceedings.

26. VANDEVELDE, L., VERNEMMEN, C., DE MOOR, G. & JASPAR, A. (1994). *Detection of Sea-Bottom Topography with ERS-1 SAR.PTI Images on the Belgian Continental Platform*. In : *First ERS-1 Pilot Project Workshop*, Toledo, pp. 303-308" 6 fig., 1 photo, 3 tab.

trendbepalingen niet overschat worden. Zo is het bijvoorbeeld ondenkbaar dat een bankoppervlak in hoogte zou blijven toenemen. Zonder grondige verandering in de zeespiegelstand zou de banktop dan in de veegzone van de golfbasis terecht komen en afgetopt worden. Anderzijds zal verdieping van een geul afgeremd worden wanneer een meer weerstandbiedend substraat bereikt wordt. Outliers in tijdreeksen roepen vragen op in verband met hun ware betekenis, met de wenselijkheid ze te integreren en met hun weerslag op de trendanalyse. Outliers kunnen overeenkomen met uitzonderlijke *events* zoals bij korstondige verlaging door een zware storm gevolgd door herstel. Ze kunnen ook door opnamefouten of door verwerkingsprocedures binnengeslopen zijn. Dit is het geval bij koersafwijkingen waardoor dieptes ingevoerd worden die niet met de diepte langs de referentielijn overeenstemmen (zie ook nota 35).

Het is ook niet de bedoeling mechanismen en oorzaken van hoogteveranderingen ten gronde te behandelen, noch om het wetenschappelijk onderzoek op dit gebied in zijn totaliteit te verslaan.

5.1. – Analyse van hypsometrische kaarten

Mariene hypsometrische kaarten geven het zeebodemreliëf weer door hoogtelijnen die met een min of meer groot gelijkhoogteverschil getrokken zijn. Hydrografische kaarten zijn in feite bathymetrische kaarten die de diepte beneden een nulvlak voorstellen en die in de eerste plaats gemaakt zijn om de nautische veiligheid te garanderen.⁴

5.1.1. – Vergelijking van isohypsentracé's

Visuele vergelijking van het tracé van hoogtelijnen door superpositie van opeenvolgende hypsometrische kaarten laat toe de verschuiving van de hoogtelijnen²⁷ te gebruiken voor evaluatie van de morfodynamiek. Naast cartografische uniformiteit (projectie, referentie-ellipsoïde, schaal, gelijkhoogteverschil) bepalen de resolutie van lodingspunten, de interpolatie-techniek en de subjectiviteit bij het traceren van de hoogtelijnen de bruikbaarheid van deze methode.

5.1.2. – Stabiliteitskaarten

Een stabiliteitskaart toont voor elke bank de stabiele kern en de omgevende risicozone die op het gekozen hoogtevlak in de gekozen periode voorkomen. Die geomorfologische risicozone is een gebied waarbinnen verschuivingen van de gekozen hoogtelijn optreden en dus hoogteveranderingen plaatsgrijpen.²⁷

27. Een hoogtelijn (of isohypse) is de snijlijn van het oppervlak (in dit geval het bankoppervlak) met een „horizontaal” vlak gelegen op een bepaald peil. Het verloop van die hoogtelijn staat op de gedateerde hypsografische kaart aangegeven. In het geval van een bank schuift de hoogtelijn bij verhoging van het oppervlak weg van het centrum van de bank. Ze schuift naar de bankkern toe bij verlaging van het oppervlak. Vermits het reliëf hier in feite zeer vlak is, zoals figuur 7 toont, kan een geringe verandering van de hoogteligging reeds belangrijke verschuivingen van de isohypse ten gevolge hebben.

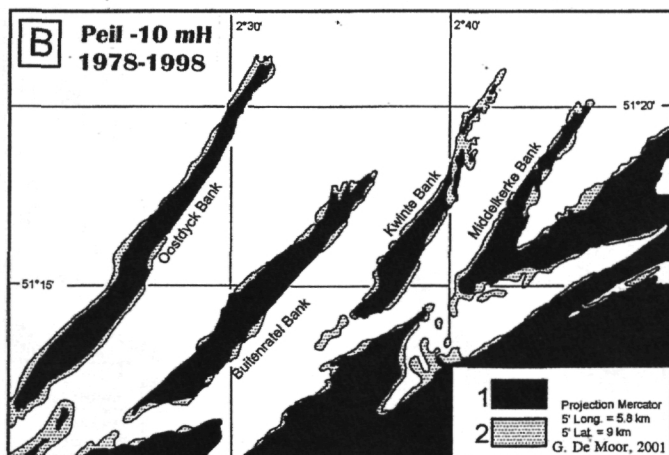
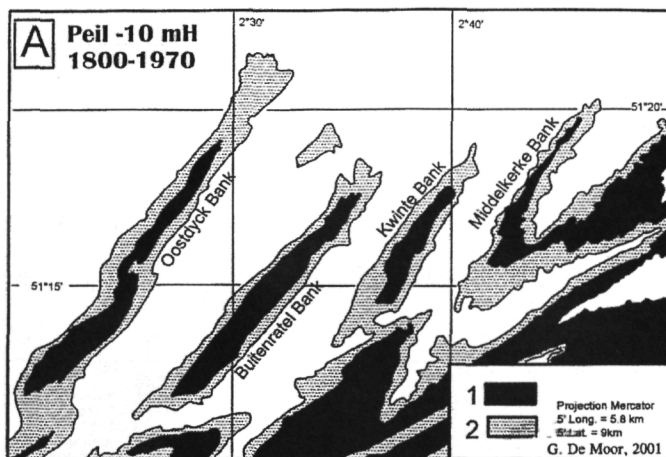


Fig. 14. — Vlaamse Banken : Kaart van stabiele kernen en risicozones.
1 = Stabiele kern 2 = Risicozone

Om een stabiliteitskaart voor een bepaald peil op te stellen gebruikt men een sequentie hoogtelijnenkaarten op dezelfde schaal. Men tekent de opeenvolgende tracé's van de gekozen hoogtelijn gesuperponeerd op één kaart en trekt dan op die synthesekaart de inwendige en de uitwendige omhullenden van de bundel hoogtelijnen. Voor elk peilvlak en voor de periode van de kaartsequentie is de stabiele kern begrensd door de inwendige omhullende van die isohypsenbundel. De risicozone komt overeen met de zone tussen beide omhullenden. Ze bestaat in feite uit sectoren waarin afwisselend afzetting (en dus verhoging) en erosie (en dus verlaging en terugschrijden van de bankflanken) optreden met een wisselend residueel effect.

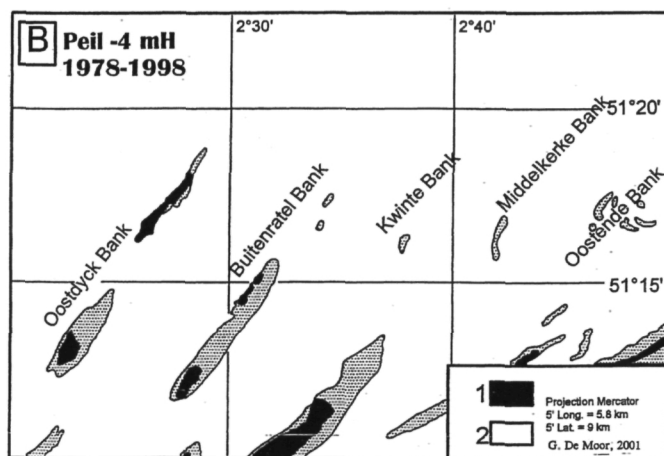
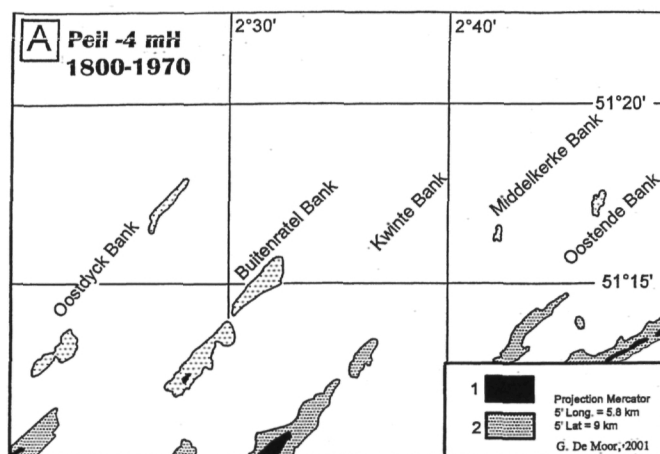


Fig. 15. — Vlaamse Banken : Kaart van stabiele kernen en risicozones.
1 = Stabiele kern 2 = Risicozone

In 1971 heeft C. Van Cauwenberghe²⁸ stabiliteitskaarten voor verschillende isohypse vlakken getekend voor de Vlaamse Banken voor de periode 1800-1970. Daarbij is gebruik gemaakt van de hydrografische kaarten opgemaakt door de Hydrografische Dienst te Oostende voor de jaren 1801, 1866, 1882, 1903, 1929, 1939 en 1968. Voor de periode 1978-1998 zijn er nieuwe stabiliteitskaarten opgesteld op basis van de hydrografische kaarten van 1978, 1985, 1992 en 1998.

Figuren 14A en 14B tonen de stabiele kernen en de geomorfologische risicozones op het peil -10 mH op de Vlaamse Banken, respectievelijk voor de periodes 1800-1970 en 1978-1998. Vergelijking suggereert dat de stabiele ker-

28. VAN CAUWENBERGHE, C. (1971). *Hydrografische analyse van de Vlaamse Banken langs de Belgisch-Franse kust*. In : *Het Ingenieursblad*, 40 (19), pp. 563-571, 7 fig.

nen in de laatste fase een grotere uitbreiding gekregen hebben. Het lijkt nochtans weinig waarschijnlijk dat de risicozones in de periode 1800-1970 zoveel groter en de morfodynamiek en sedimentmobiliteit zoveel belangrijker zouden geweest zijn. Die vergelijking toont ook een merkwaardige aangroei van zandvanen op de uiteinden van de banken.

De figuren 15A en 15B tonen de ligging van stabiele kernen en risicozones op het peil -4 mH voor de periodes 1800-1970 en 1978-1998. Vergelijking toont een merkwaardige toename van de stabiele kernen maar ook van de risicozones in de laatste periode. Die veranderingen suggereren verhogingen toe te schrijven aan toegenomen migratie van zandgolven of megaribbels naar de banktoppen en ondersteunen het idee van een maintenance-mechanisme.^{7, 29}

Stabiliteitskaarten vereisen voldoende betrouwbare en nauwkeurige hypsografische kaarten. Meestal is de tijd verlopen tussen twee opeenvolgende opnames te lang om de evolutie volledig weer te geven. De opname van hydrografische kaarten van de afzonderlijke banken heeft altijd geruime tijd in beslag genomen, vroeger was dit zelfs verschillende jaren.^{28, 30} Ondertussen konden zich relevante veranderingen in de bodemtopografie voorgedaan hebben. De kleinere resolutie van de lodingspunten, de geringere nauwkeurigheid van de plaatsbepalingen, de lodingswijze en de tijreductietechniek en ook de subjectiviteit bij het traceren van de hoogtelijnen stellen de betrouwbaarheid van oudere kaartreeksen in vraag. Bij het gebruik van isohypse vlakken houdt men ook onvoldoende rekening met de morfografische en de hydrodynamische positie van het bankoppervlak. Men vindt immers delen van de topzone van de Kwintebank zowel op het peil -4/-5 mH als op het peil -12/-15 mH.

Stabiliteitskaarten leveren geen numerische waarden voor de hoogteveranderingen. Veranderingen van specifieke vormen (zoals zandgolven) komen evenmin tot uiting.

5.2. – Analyse van sequentiële profielen

Hier vergelijkt men hypsometrische profielen die met min of meer grote tussentijden opgenomen zijn. Men kan die tussentijden aanpassen aan het beoogde doel, zoals in het geval van seizoenale opnames of van onderzoek naar effecten van getijstanden of van stormperiodes. Fundamenteel is dat de profielen op vaste lijnen liggen en vergelijkbaar³¹ zijn.

29. DE MOOR, G. (1989). *Maintenance on the Flemish Banks*. In : J-P. HENRIET, G. DE MOOR & M. DE BATIST (Eds.) : *Tertiary and Quaternary Geology of the Southern Bight*. Brussels. Ministry Economic Affairs, pp. 185216, 17 fig.

30. VAN CAUWENBERGHE, C. (2000). *Interrelationship between Hydrography, Sedimentology and Modelling*. In : TRENTESAU A. & GARLAN, T.(Ed.) : *Marine Sandwave Dynamics*. Lille, University of Lille, Proceedings International Workshop. pp. 201-204.

31. Vergelijkbaarheid van profielen houdt o.a. in dat de schalen van de grafische doorsnede uniform zijn en gelijk blijven, dat de schaalverhouding dezelfde is en ook dat de peilen naar eenzelfde nulvlak herleid zijn.

5.2.1. – Profieltypes

5.2.1.1. – Kaartprofielen

Kaartprofielen worden afgeleid van bestaande lodingskaarten waarop dieptes per meetpunt vermeld staan of van hydrografische kaarten waarop het profiel de hoogtelijnen snijdt. De kwaliteit van de profielen hangt af van die van de kaart, meer bepaald van de schaal, van het gelijkhoogteverschil, van de resolutie van de lodingspunten, van de interpolatiewijze, enz. Profielen afgeleid van kaarten met grote schaal en resolutie hebben een grotere nauwkeurigheid. Toch blijft de getrouwheid van die profielen in vraag gesteld. Bij de opmaak van zulke doorsneden worden dikwijls dieptegegevens van afgelegen lodingspunten op de profiellijn geprojecteerd. In gebieden met zandgolven riskeert men dan afwijkende dieptewaarden in te voeren.

5.2.1.2. – Echogramprofielen

Dit zijn profielen bekomen door opname en verwerking van operationele analoge of digitale echogrammen. Analoge echogrammen werden eerst gedigitaliseerd om de tijreducties in te voeren en dan tot hypsometrische doorsneden verwerkt. Met digitaal opgeslagen diepte- plaats- en tijdgegevens werden brutoechogrammen gerestitueerd en herleid tot hypsometrische doorsneden. Voor elke stap werd originele programmatuur ontwikkeld gedurende het pilootproject „Kwintebank” in 1980-84.³² De verder bespreking is gesteund op echogrammen opgenomen gedurende de onderzoekingscampagnes in de periode 1985-1995.

32. De programmatuur werd hoofdzakelijk ontwikkeld vòòr 1987 op het Laboratorium voor Fysische Geografie (RUG) door ir. Ph. VAN OVERMEIRE voor gebruik op een HP 1000 mainframe. Daarbij zijn speciale HP-procedures geïmplementeerd. Ze werd later aangevuld en uitgebreid door lic. inform. P. VANDENBROECKE en door lic. inform. E. DE WINNE.

Sommige programmagedeelten zijn later toegevoegd voor gebruik op PC (zoals voor opname van SYLEDIS-coördinaten aan boord van TER STREEP) en om compatibiliteit met de computeruitrusting a/b van Belgica en van Ter Streep te bekomen (G. DE SCHAEPMEESTER fecit).

De voornaamste elementen uit deze programmatuur zijn :

I. - Procedure vertrekkend vanaf een analoog opgenomen echogram :

1.1. – Digitalisatie van analoog geregistreerde echogrammen het programma TDIGPRONGT

Digitalisatie is o.a. nodig omdat de originele echogrammen een zeer grote lengteschaal hebben (van de orde van 1:200) zodat reductie van de lengteschaal (naar een schaal van de orde van 1:10000) en aanpassing van de schaalverhouding (naar een waarde van de orde van 1:40) onontbeerlijk zijn om tot overzichtelijke profielen te komen die een synthetisch beeld geven en die ook grafisch te reproduceren zijn. Ze is ook nodig om de correcties en tijreductie op de gedigitaliseerde data in te voeren vòòr het uitplotten van de netto-profielen.

1.2. – Berekenen van de tijcorrectie (M2 methode) : programma KORPRO (p.p.)

1.3. – Snelheidscorrectie : programma KORPRO (p.p.)

1.4. – Invoeren van de correcties op de data van het gedigitaliseerd echogram : programma KORPRO (p.p.)

1.5. – Uitplotten van het hypsometrisch profiel : programma PLOTPRO

5.2.2. – Opname van de echogrammen

De opname van geschikte echogrammen stelt zware eisen inzake navigatie, plaatsbepaling, dieptemeting, scheepssnelheid, lodingsfrequentie en opnamefrequentie. Ligging en oriëntatie van de vaste vaarlijnen zijn eveneens van groot belang. Ook diende rekening gehouden met de vereiste om elk jaar binnen een beperkte vaartijd toch een voldoende aantal campagnes uit te voeren teneinde een representatieve opvolging van de veranderingen te bekomen, om bij elke campagne het geheel van de banken te bestrijken met een voldoende dichtheid van de vaste lijnen, om voldoende data te verzamelen en om tegelijk te vermijden dat er zich binnen de opnametijd relevante hoogteveranderingen zouden voorgedaan hebben. Dit waren de voornaamste redenen waarom men bij het onderzoek op de Vlaamse Banken in 1980-1995 profielopnames langs vaste lijnen als werkmethode aangehouden heeft. In de periode 1980-1995 werden elk jaar minstens 4, meestal seizoengebonden campagnes uitgevoerd op de Vlaamse Banken.

(a) De vaste lijnen werden zo gesitueerd dat elke morfologische of hydrodynamische zone door minstens één vaste lijn gedekt is. In het geval van de Vlaamse Banken werden vaste lijnen gelegd over de energierijke noordzijde,

1.6. – Berekenen van oppervlakte van de doorsnede en eventueel van het eenheidsvolume langs vaarlijnen tussen vaste eindpunten met behulp van digitale gegevens over gecorrigeerde diepte en positie van lodingspunten afgeleid van echogrammen en/of digitaal geregistreerd (programma VOLUMPRO).

In het programma VOLUMPRO wordt de oppervlakte S van de doorsnede boven het grensvlak berekend door sommatie van de trapezoidale profielelementen (E_1 ; E_{n-1}) begrepen tussen de vaste eindpunten P_1 en P_n , en elk begrensd door de punten P_m en P_{m+1} met als respectievelijke hoogte h_m en h_{m+1} t.o.v. het grensvlak (m = rangnummer van het element) en met een lengte gelijk aan een vaste stap p .

$$S = \sum_{i=1}^m \{ (h_m + h_{m+1}) / 2 \} * p$$

2. - Procedure vanaf digitale dieptegegevens geregistreerd a/b van BELGICA of van TER STREEP.

2.1. – Omzetting van de ODAS-datafiles (a/b BELGICA) tot Dfix-files : programma TCDFDAT of : omzetting van de NAVISOFT-datafiles (a/b TER STREEP) naar ASCII-files : vanaf 1993 programma CONVER (PC compatiebel Borland Pascal programma). Voordien werden de SYLEDIS-posities a/b van TER STREEP geregistreerd met behulp van een mobiele PC verbonden met de SYLEDIS ontvanger. Voor de acquisitie werd hier gebruik gemaakt van het programma COMMVPRG

Voor ODAS : zie onder (36)

2.2. – Omzetting van de ASCII-files naar Dfix-files voor invoeren op de HP 1000 : programma TSTREEP

2.3. – Gecombineerde uitvoering van de bewerkingen onder (1.2), (1.3) en (1.4) programma DKORPRONGT 2.4.- Uitplotten van het hypsometrisch profiel : programma DPLOTPRO

2.5. – Berekenen van profieloppervlakte en eventueel van eenheidsvolumes : programma DVOLUMPRO

3. - Regressie-analyse op tijdreeksen : zie verder onder (39).

(b) Om de eisen inzake ligging, oriëntatie en opnametijd te verzoenen met de nautische vereisten voor bevaarbaarheid van banken met ondiepe gedeelten en grote tij-amplitudo werden reeds van bij de aanvang van het pilootproject „Kwintebank” in 1980-83 de rode Decca-nulfaseverschilhyperbolen als referentielijnen gekozen omdat die in het gebied van de Vlaamse Banken nagenoeg loodrecht op de bankas verlopen op een geregelde afstand van ongeveer één mijl.

De hoofd- en volgzendstations (zie bijlage 4) van het Zuid Engels 5B-DECCA-net dat de Vlaamse Banken bestrijkt liggen zo ver van dit gebied af dat de armen van de nulfaseverschilhyperbolen bijna samenvallen met loxodromen. Wegens systeemfouten ³⁴ op de Decca-posities en geringere precisie van de plaatsbepalingen werden de resultaten uit 1980-83 uit latere tijdreeksen geweerd.

Na 1984, wanneer het SYLEDIS systeem beschikbaar kwam, werden de vaste vaarlijnen langs Decca-hyperbolen vervangen door referentieloxodromen die de rode nulfaseverschilhyperbolen ¹⁸ van het radio-elektronisch Decca 5B-net onderspannen tussen vaste begin- en eindpunten (fig. 16). Die loxodromen behielden de Decca-nummering van de corresponderende hyperbool. Zowel Decca- als geografische coördinaten van de eindpunten werden nauwkeurig bepaald zodat die punten bruikbaar gebleven als *W-points* ook nadat het uitzenden van de Decca-signalen in 1996 gestopt was.

(c) Om bij elke opname precies dezelfde vaste lijn (referentieloxodroom) aan te varen en te blijven volgen werden vanaf 1985 plaatsbepaling en navigatie uitgevoerd met SYLEDIS. Empirisch werd vastgesteld dat de Syledis-posities zowel binnen het navigatiesysteem als geografisch voldoende nauwkeurig waren. Bovendien werd de scheeproute continu opgevolgd met een *left-right indicator* terwijl *real time track plotting* toeliet toe rechtstreeks en continu de scheeproute te vergelijken met de referentieloxodroom.

A posteriori werden altijd afwijkingsgrafieken opgesteld (fig. 17) aan de hand van de *trackplots* (fig. 18). Profielen gevaren met afwijkingen van meer dan 20 m werden voor de trendbepalingen in deze bijdrage geweerd. Hierdoor werden de koerscorrecties ³⁵ die aanvankelijk ingevoerd werden overbodig. Dat de

34. Decca-systeemfouten zijn te wijten aan verschillende oorzaken. *Lane slip* veroorzaakt verkeerde identificatie van de nulfaseverschilhyperbolen (d.w.z. de *lanenummers*) en is vooral toe te schrijven aan verschuivingen van de reflecterende ionosferische lagen waardoor de looptijd van de gebruikte atmosferische radiogolven verandert. Dit komt meest voor 's nachts en bij de schemeringen. Benaderende correcties zijn mogelijk. Ook andere, meer toevallige atmosferische of lokale omstandigheden kunnen de reflectie en de propagatie van de radiogolven beïnvloeden. *Random errors* worden meestal veroorzaakt door interferentie van de atmosferische radiogolven en de grondgolven. *Fixed errors* worden veroorzaakt door verschil in looptijd langs het werkelijke golfpad dat deels over land kan lopen, en langs een *all water* pad. De impact is dikwijls gekend en de fout kan verbeterd worden. Zie verder o.a. BOWDITCH, N (1977-81). *American Practical Navigator*, p. 1011-1012 ; SONNENBERG, G.J. (1975). *Elektronische navigatiemiddelen*.

35. Gedurende het pilootproject Kwintebank, toen alleen Decca ter beschikking stond voor navigatie en plaatsbepaling en de afgevaaren lijnen herhaaldelijk grote afwijkingen ten opzichte van de

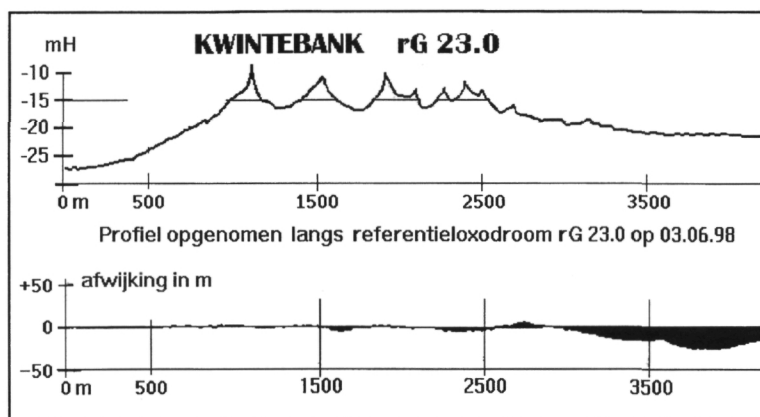


Fig. 17. — Afwijkingsgrafiek bij de opname van een echogram.

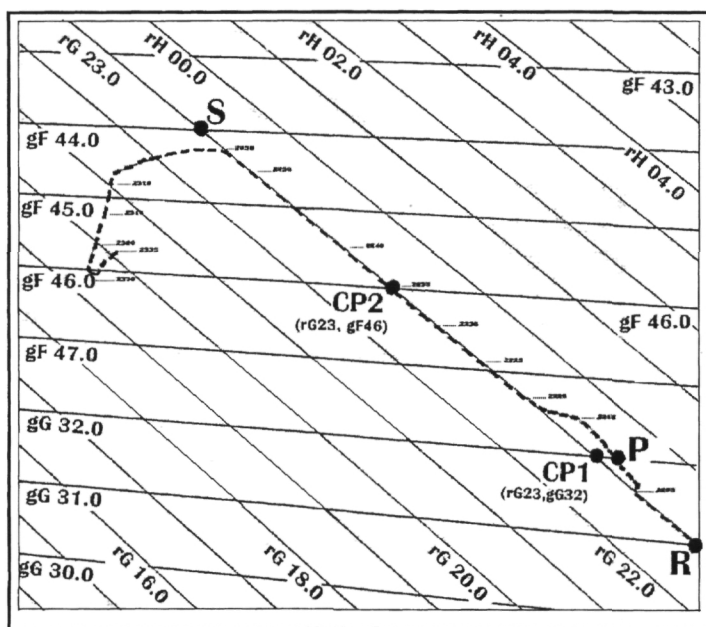


Fig. 18. — IJking van een hypsometrisch profiel.

referentielijnen vertoonden, werd een koerscorrectie ontwikkeld en in de verwerkingsprocedure geïmplementeerd (32). Hiermee werd getracht de afgevaren profielgedeelten die grote afwijkingen vertoonden te projecteren op de referentielijn. Vanaf 1985 toen een groot aantal voldoende conforme echogrammen ter beschikking kwamen na implementatie van Syledis, werd aan deze koerscorrectie minder aandacht besteed omdat projectie van de bodemtopografie langs een afwijkende lijn naar de referentielijn geen restitutie van het bodemrelief langs die referentielijn zelf garandeert en men dus toch geen vergelijkbare profielen bekomt indien de originele vaarroute teveel afwijkt.

profielen niet afwijken van de vaste vaarlijn is vooral van belang voor het bovenste bankgedeelte omdat geringe diepte-afwijkingen daar reeds grote fouten bij de oppervlaktebepaling van de doorsnede veroorzaken en outliers in die tijdreeksen kunnen invoeren.

(d) Om gelijkschalige echogrammen te bekomen, wat nodig is om profielen visueel te kunnen vergelijken, werd de snelheid van het schip gedurende de opname van elk profiel constant gehouden. Scheepssnelheden werden geregistreerd.

(e) De dieptelodingen moeten nauwkeurig zijn en met grote lodingsfrequentie gebeuren om de kleinere reliëfsvormen (zoals megaribbels) te kunnen registreren alhoewel de afstand tussen opeenvolgende meetpunten langs de vaarlijn ook afhangt van de scheepssnelheid over de grond.

Bij het onderzoek op de Vlaamse Banken in 1985-1995 zijn de analoge bruto-echogrammen opgenomen met het *single beam* hydrografisch lodingssysteem DESO XX met een dieptenauwkeurigheid beter dan 20 cm, een lodingsfrequentie van 2 Hz en signaalfrequenties van 210 en 30 kHz. Deze hoge lodingsfrequentie geeft een grote lodingsresolutie. Ze laat toe om bij een scheepssnelheid van 10 kts en een diepte van minder dan 50 m, lodingen te doen om de 2.5 m en aldus individuele megaribbels op de echogrammen te zien. Door de dubbele signaalfrequentie kan men het voorkomen van een sliblaag boven het meer geconsolideerde zandoppervlak detecteren.

Vanaf 1992 werd een TSS320B (Belgica) deiningscompensator geïmplementeerd in het echolodingsstelsel om deiningseffecten op de dieptemetingen te elimineren. Aanvankelijk werden de lodingen gestopt als een golfhoogte van 2 m bereikt werd. Veranderingen in de diepgang zijn opgevolgd op de Plimsoll en regelmatig verrekend door lodingsijking. Dieptemetingen werden gecalibreerd voor de temperatuur- en saliniteitsgebonden geluidssnelheid met een SCTD-sonde.

(f). Aan boord van BELGICA werden tijd, positie en diepte hoogfrequent en in *real time* digitaal geregistreerd met de HP *mainframe* A600 boordcomputer en de beschikbare ODAS-programmatuur.³⁶ Aanvankelijk gebeurde dit om de seconde en vanaf 1992 om de halve seconde. Die digitale gegevens zijn nodig om snelheidscorrecties en tijdreducties te kunnen uitvoeren en om de analoge echogrammen te kunnen restitueren.

36. ODAS (MUMM's Oceanographic Data Acquisition System) is een zeer uitgebreide programmatuur speciaal ontworpen voor de behoeften aan boord van BELGICA in beheer van het Mathematisch Model Noordzee. Het laat toe een groot aantal nautische, meteorologische en oceanografische karakteristieken op te volgen en op te slaan en ook een groot aantal parameters gemeten door diverse groepen onderzoekers naar eigen selectie te activeren, op te slaan in databanken en te kopiëren naar magnetische dragers waardoor digitale gegevens voor verdere verwerking naar afzonderlijke bestemmingen kunnen overgedragen worden. Bij dit onderzoek was vooral de opslag van de digitale gegevens over diepte, tijd en posities van belang in verband met de reconstructie van de *track plots* en het uitwerken van de hypsometrische profielen.

(g) Om impact van veranderingen in de bodemtopografie gedurende de opname zoveel mogelijk te vermijden werden bij elke campagne de referentielijnen over elke bank binnen één of hoogstens twee opeenvolgende getijden afgevaaren.

5.2.3. – *Herleiding van echogrammen tot vergelijkbare hypsometrische doorsneden*

Om de bruto echogrammen om te zetten tot vergelijkbare hypsometrische doorsneden zijn verschillende bijkomende stappen nodig.

(a) Alhoewel de scheepssnelheid gedurende de opnames zoveel mogelijk constant gehouden werd, bleven grondsnelheidswisselingen van het schip toch onvermijdelijk waardoor de afstandschaal op de echogrammen wisselingen vertoonde. Die effecten werden weggewerkt door snelheidscorrecties met behulp van een specifieke programmatuur.³² Deze correcties vereisen de acquisitie van frequente en nauwkeurige plaatsbepalingen en van de scheepssnelheid.

(b) Na uniformisatie van de lengteschaal blijft tijreductie nodig om vergelijkbare hypsometrische profielen te bekomen. Bij het onderzoek op de Vlaamse Banken in 1985-95 werden per 10 minuten tijreducties berekend met de M2 methode^{23, 24} en een specifieke programmatuur. De daartoe nodige tijkrommen werden eveneens aangeleverd door de Hydrografische Dienst te Oostende en voor gebruik in de reductieprocedure gedigitaliseerd.

(c) Uiteindelijk werd een conformiteitscontrole uitgevoerd om die profielen te weren die spijs de uitgevoerde correcties nog steeds niet vergelijkbaar bleven.

Eerst werd het samenvallen van gelijke dieptevlakken bij superpositie van de hypsometrische profielen nagegaan. Daarna werd een afstandsijking toegepast langs de lengteas van het hypsometrisch profiel door de vaste afstand (de referentie-afstand) tussen twee niet aan de bank gefixeerde vaste punten te vergelijken met de overeenkomstige afstand gemeten op het hypsometrisch profiel. Die vaste punten bestonden uit de snijpunten van de afgevaaren raai met een meridiaan of met een groene Decca-radio-hyperbool. Zulke punten zijn CP₁ en CP₂ op figuur 18.

5.2.4. – *Verwerking van de profielsequenties*

5.2.4.1. – *Vergelijkende analyse van profielsequenties*

De hoogteveranderingen, hier gebruikt als parameter voor evaluatie van geomorfologische risico's, worden bepaald door visuele vergelijking van opeenvolgende netto hypsometrische profielen hetzij door grafische superpositie, hetzij door grafische rangschikking in een chronologische successie. In het eerste geval bekomt men hoogteverschilprofielen, in het tweede seriële profielen. Bij profielsuperpositie moeten de controlepunten op de opeenvolgende profielen op elkaar liggen. Bij seriële profielen dienen deze punten opgelijnd onder elkaar te liggen.

Deze visuele methodes laten een kwalitatieve evaluatie toe. Ze worden veel gebruikt om de dynamiek van zandgolven te volgen. Dan moet men wel zeker zijn dat men dezelfde migrerende vormen volgt. De opnamefrequentie moet groot genoeg zijn en de opnames moeten voldoende lang voortgezet worden om schijnbare stabiliteit wegens stroboscopische effecten uit te sluiten. Er worden geen numerische data aangeleverd waardoor een echte trendanalyse uitgesloten is en een cartografie van de resultaten alleen benaderend blijft.

5.2.4.2.1. – Hoogteverschilprofielen

Dit zijn samengestelde profielen waarop twee opeenvolgende profielen boven elkaar gesuperponeerd worden. Superpositie van meer dan twee profielen wordt onduidelijk.

Figuur 19 illustreert de reliëfsevolutie in de periode 1991-95 langs rH02.00 op de noordzijde van de Middelkerkebank aan de hand van hoogteverschilprofielen van verschillende duur. Hoogteveranderingen verliepen er traag en waren er weinig belangrijk. Die ontstaan binnen enkele uren waren er bijna even groot als die gevormd over verschillende jaren. Zandgolven vertoonden oscillaties over korte afstand. De toppen van de zandgolven kenden er korte fasen van winst en verlies op wisselende zijden. Beide suggereren sedimentoverdracht gerelateerd aan vloed- en ebstromen. Over langere duur (fig. 19C) komt er toch een zwakke verschuiving naar het noordoosten. Die kan wijzen op migratie met de vloedpiekstroom mee. Omdat de steile zijde naar het zuidwesten gericht bleef kan zandaanvoer met de ebstroom niet uitgesloten worden.

5.2.4.2.2. – Seriële profielen

De figuren 20 en 21 tonen seriële profielen die de reliëfsevolutie in de periode 1986-95 langsheen de transversale rG 19.0 op de Middelkerkebank en in de Ratelgeul illustreren. Opvallend is de stabiliteit van de bankflanken en van de geulbodems over een tijdsspanne van tien jaar.

5.2.4.2.3. – Veegzonedoorsneden

De veegzone is dat bovenste gedeelte van het zeebodemoppervlak dat over de jaren heen, meestal seizoensgebonden, achtereenvolgens ingesneden en terug opgehoogd wordt. Daarbij kan residuele verlaging optreden. De basis van de veegzone komt dan steeds lager te liggen. Die basis vormt het oppervlak dat binnen de beschouwde periode nooit ingesneden geweest is. Evolutie van veegzone en veegzonebasis zijn belangrijke argumenten in een geomorfologische risico-evaluatie. Men bekomt een veegzonedoorsnede door alle profielen op éénzelfde drager over te brengen en de bovenste en onderste omhullende te tekenen.

Figuur 22 vergelijkt de veegzone langs de transversale rG21.0 met die langs rG19.0 op de Kwintebank. Ze illustreert de geomorfologische-risicoverschillen langs die lijnen. In de periode 1992-95 is sterke residuele verlaging opgetreden nabij de vaste lijn rG 21.0 op de westkant van het noordelijk-centraal deel van

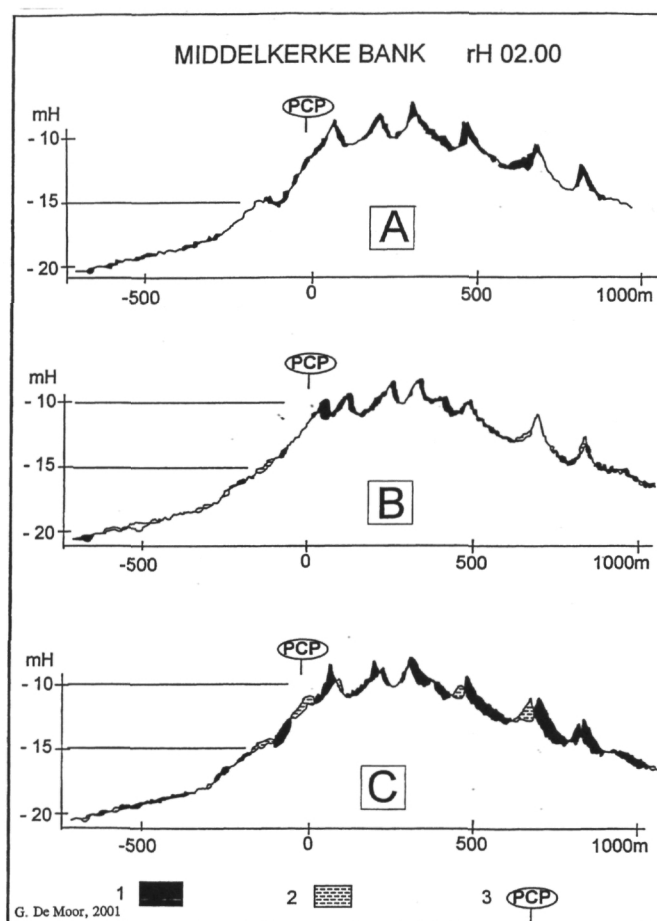


Fig. 19. — Belang van de morfologische veranderingen.
 Profielsuperpositie op de noordzijde van de Middelkerkebank.
 A = over 1 uur (op 07.02.92 tussen 0u40 en 1u30)
 B = over 3 wintermaanden (tussen 16.12.94 en 07.02.95)
 C = over 3 jaar (tussen 10.07.92 en 07.02.95)
 1 = verlaging 2 = verhoging 3 = controlepunt

de Kwintebank. Dit is in een zandwinningszone maar tevens nabij de bankkink zodat stromingsimpact niet uit te sluiten is.

5.2.4.2.4. – Voortschrijdende profielreeksen

Hierbij een stelt men hoogteverschilprofielen voor twee opeenvolgende data voor in een chronologische successie. Figuur 23 toont duidelijk de geleidelijke ontwikkeling van een depressie op de westkant van het noordelijk-centraal deel van de Kwintebank.

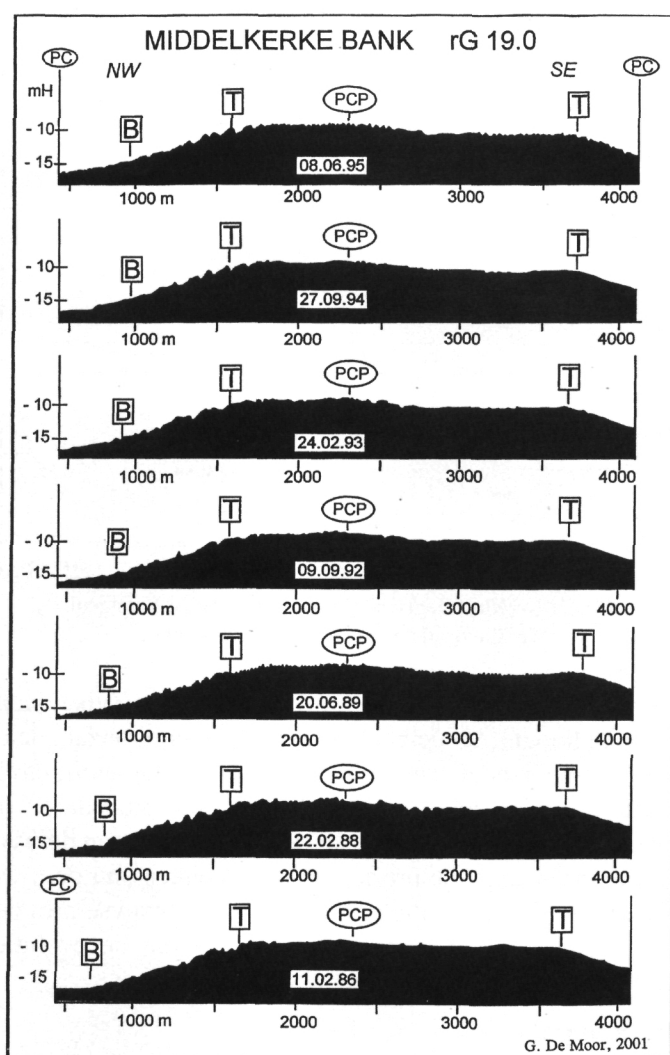


Fig. 20. — Morfologische veranderingen over 10 jaar (1986-95).

Seriële profielen op het midden van de Middelkerkebank.

T = topconvexiteit B = basisconcaeviteit PC, PCP = controlepunten

Om numerische trendbepalingen te bekomen zijn echter andere middelen nodig.

5.2.4.2. – Trendbepaling met profielsequenties

Hierbij gebruikt men een tijdsreeks van waarden voor een morfometrische parameter die indicatief is voor de bestudeerde hoogteverandering. Die waarden worden voor elke referentielijn hetzij direct gemeten op de opeenvolgende pro-

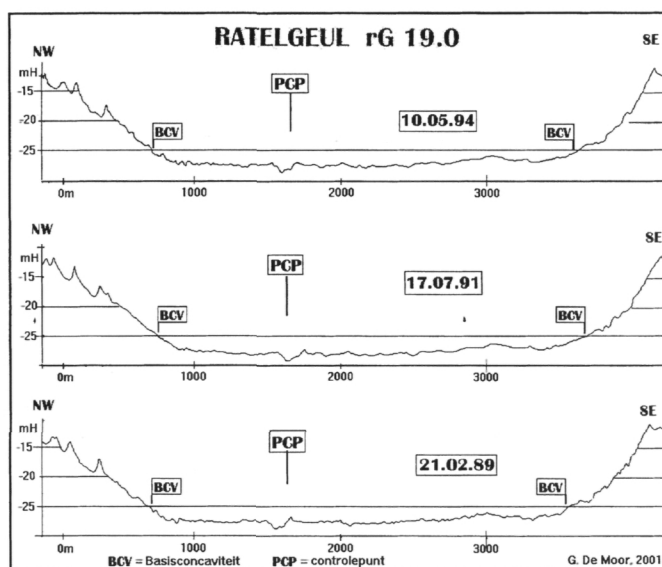


Fig. 21. — Morfologische veranderingen in de Ratelgeul.
Seriële profielen over 5 jaar (1989-1994).

fielen hetzij indirect afgeleid van een gemeten parameter. Zulke parameters zijn o.a. de gemiddelde hoogte van de bank boven een referentievlak, de oppervlakte van de transversale doorsnede van de bank of van een zandgolf, enz.

Deze numerische methodes volgen alle dezelfde procedure : (a) bepaling van de parameter ; (b) meting of desgevallend berekening van de waarde van de parameter op de opeenvolgende profielen ; (c) opmaken van de tijdsreeks voor de bekomen waarden per referentielijn ; (d) regressie-analyse ; (e) bepaling van de evolutietrend voor de parameter ; (f) kartering van de evolutietrends per referentielijn en aflijnen van zones met gelijke risicoklasse.

5.2.4.2.1.-Direct-morfometrische trendanalyse

De trend wordt bepaald op basis van de tijdreeks van een morfometrische parameter die rechtstreeks op het profiel kan gemeten worden. Om de transversale verschuiving van een bank te volgen kan men bijvoorbeeld als parameter de afstand tussen twee topconvexiteiten (TCX) langs een vaste lijn meten op verschillende ogenblikken en er tijdreeksen mee opstellen. Men kan ook de afstand tussen een topconvexiteit of een basisconcaafteit (BCV) en vaste radio-elektronische controlepunten (CP, PCP) gebruiken.

Figuur 24 toont tijdreeksen voor de afstanden PCP-TCX en PCP-BCV voor de referentielijnen rG 19.0 en rG 23.0 op de Middelkerkebank. Ze illustreren dat de bankflanken er gedurende de periode 1987-94 slechts zwakke oscillaties ondergaan hebben. Men kan er wel trendbepaling op de residuele verandering mee doen.

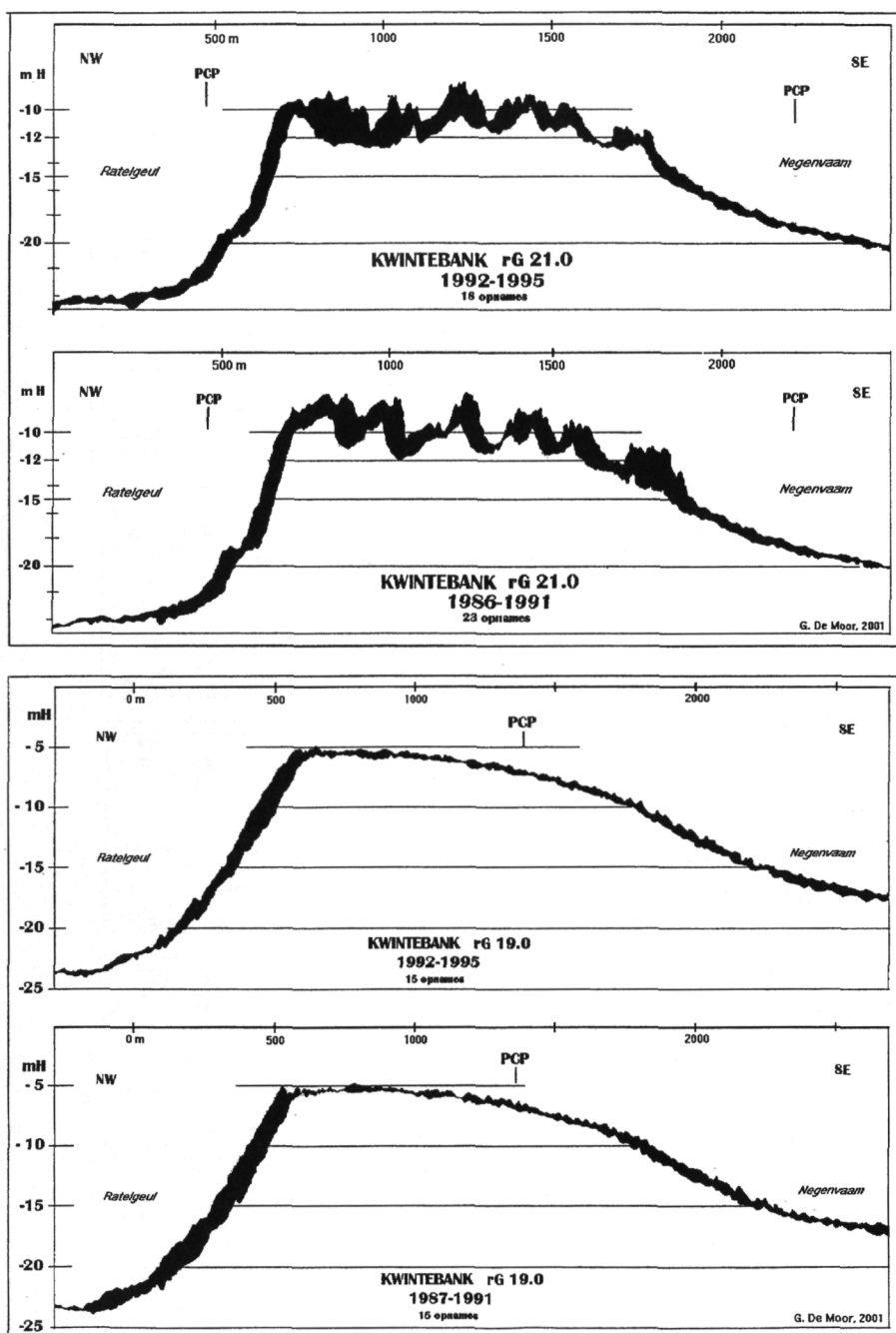


Fig. 22. — Veegzoneprofielen op de Kwintebank.
Verschillen in evolutie van de veegbasis.

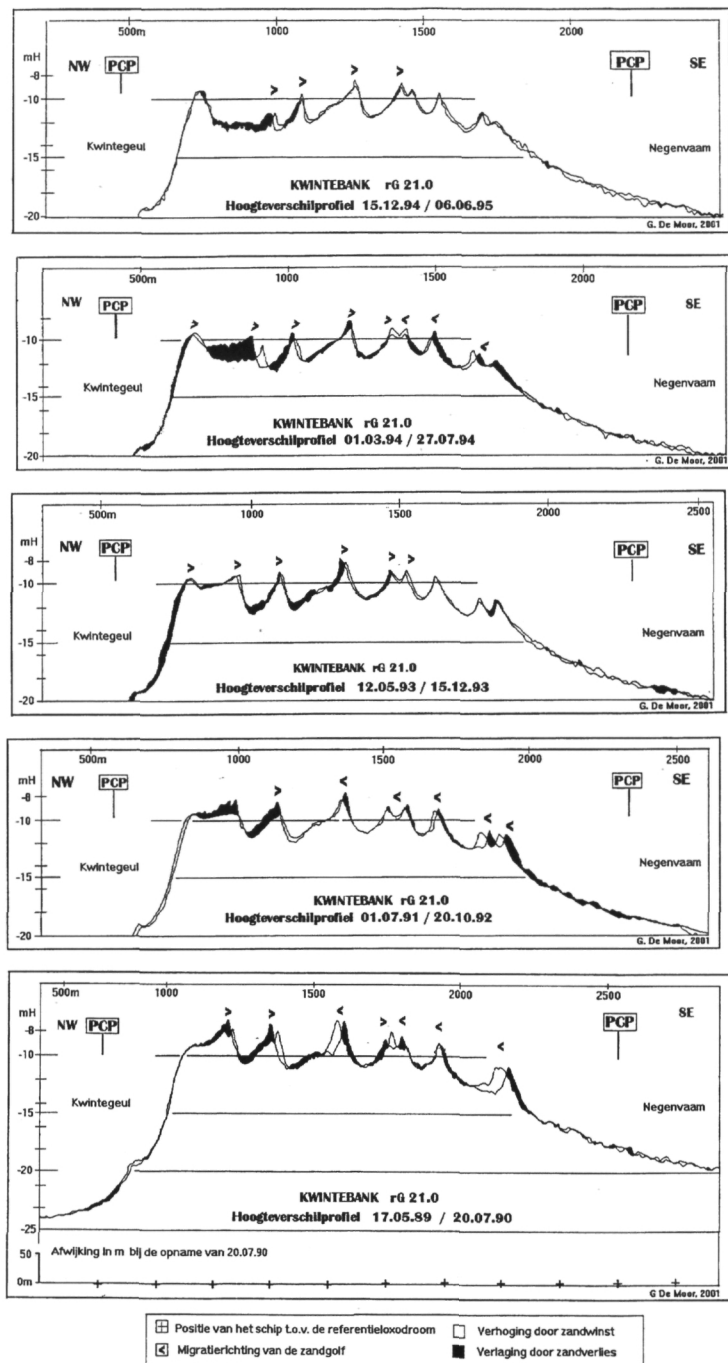


Fig. 23. — Kwintebank referentieloxdroom rG21.0. Voortschrijdende hoogteverschilprofielen 1989-95. Vorming van een depressie op de westkant van de bank in een zandwinningszone langs rG21.0.

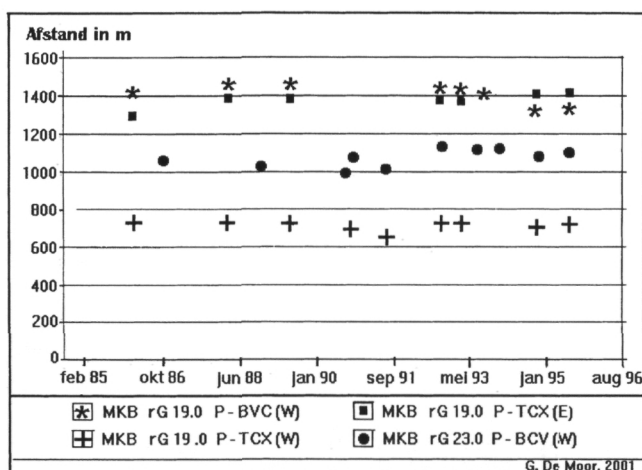


Fig. 24. — Tijdreeksen voor de afstanden tussen een vast controlepunt P en de topconvexiteit TCX of de basisconcaviteit BCV langs de vaste lijnen rG19.0 en rG23.0 op de Middelkerkebank.

5.2.2.3.2.2. – Indirecte morfometrische trendanalyse

Met deze methode berekent men voor elke vaste lijn en bij elke opname de waarde van een morfometrische parameter die niet rechtstreeks op het profiel gemeten is maar die afgeleid wordt van een andere parameter die wel op het profiel of op een kaart gemeten wordt. Men bekomt een numerische waarde voor de parameter waarvoor men tijdreeksen opstelt en trendbepaling doet.

De hier gekozen afgeleide parameter is de gemiddelde hoogte h van het transversaal vertikaal profiel van een bank of bankgedeelte bij opname. Die hoogte wordt bepaald t.o.v. een basaal grensvlak waarvan het peil vast ligt t.o.v. een referentievlak zoals het H-vlak (fig. 25).

In functie van de morfografische positie van het grensvlak kan men verschillende profieltypes beschouwen. De banktopdoorsnede (TOP) komt overeen met de partiële bankdoorsnede gelegen boven een grensvlak dat door de topconvexiteit passeert. De geulbodemdoorsnede (BOT) komt overeen met de partiële geuldoorsnede gelegen onder het grensvlak dat door de basisconcaviteit van de bankflank passeert. De totale bankdoorsnede (TOT) komt overeen met de bankdoorsnede gelegen boven de basisconcaviteit (fig. 25). De positie van de topconvexiteit en van de basisconcaviteit wordt bepaald door morfografische analyse van de profielen zodat enige subjectiviteit bij de keuze van de preciese positie niet uitgesloten is.

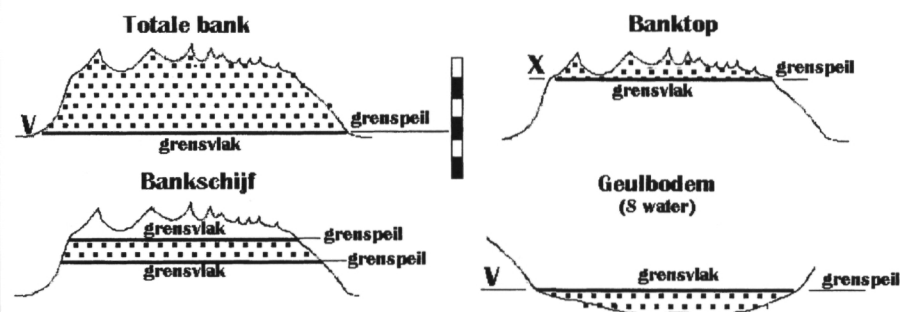
Bij een meer complexe bankmorfologie worden conventionele definities noodzakelijk. Wanneer de topconvexiteit of de basisconcaviteit op de beide bankflanken niet op eenzelfde peil gelegen zijn wordt het grensvlak op de hoogst gelegen hellingsbreuk gelegd. Deze morfografisch bepaalde grensvlakken wor-

Indirecte morfometrische methode

Parameterdefinitie

1.- Primaire parameter S (m²)

Oppervlakte van de verticale transversale doorsnede langs de referentieloxodroom gelegen boven (bank) of onder (geul) een morfografisch grensvlak of tussen twee grensvlakken. Topconvexiteit X en basisconcaviteit V zijn hellingsbreuken waar grensvlakken kunnen gesitueerd worden. De grensvlakken kunnen geassocieerd worden met hypsometrische peilen.



2.- Afgeleide parameter h (m)

De gemiddelde hoogte h van de doorsnede t.o.v. het grensvlak
 L = lengte van de doorsnede op het grensvlak

$$h = S/L \text{ (m)}$$

G. De Moor, 2001

Fig. 25. — Indirecte morfometrische methode : Parameterdefinitie.

den geassocieerd met hypsometrische peilen bepaald t.o.v. H. Gedurende het onderzoek op de Vlaamse Banken in 1985-95 werden dezelfde peilen aangehouden.

De waarde voor de gemiddelde hoogte van de beschouwde transversale bankdoorsnede wordt afgeleid van de oppervlakte S van de doorsnede en van de referentielengte L van de snijlijn van de bankdoorsnede met het gekozen grensvlak. Daarbij is $h = S/L$. De oppervlakte S werd computermatig berekend met specifieke programmatuur VOLUMPRO.³² Als referentielengte L werd bij dit onderzoek de lengte bij de eerste opname van 1988 genomen. Indien de lengte van de bankdoorsnede evenwel op relevante wijze verandert dient bij iedere waardebepaling de lengte L bij opname gemeten te worden.³⁷

37. Als referentielengte zou men de gemiddelde lengte van de doorsnede ter hoogte van het grensvlak kunnen nemen, berekend over de waarnemingsperiode, of in het geval van belangrijke veranderingen bij elke opname de bekomen lengte invoeren. Daar de seriële profielen voor 1989-95 (fig 19, fig. 20 en fig.21) aangeven dat in 1985-95 op de Vlaamse Banken de profiellengten op het grensvlak nauwelijks veranderden, werd de gemiddelde lengte van het banktop- of geulbodemprofiel vervangen door de lengte van de basis van de doorsnede op het ogenblik van de eerste opname van 1988.

Elke verandering van de gemiddelde hoogte van het profiel komt overeen met een verandering van het gemiddeld peil van de zeebodem langs die transversale. Het peil van het grensvlak verandert immers niet, ten minste voor zover het referentiepeil H en dus de zeespiegel niet op relevante wijze veranderen. Van Cauwenberghe³⁸ stelt voorop dat langs de Belgische kust het laagwaterpeil in de periode 1930-2000 met gemiddeld 1 mm/jaar zou gestegen zijn. Over de gehele periode 1987-94 zou dit dus hoogstens 1 cm weerslag kunnen gehad hebben.

Bij de evaluatie van de geomorfologische risico's werden voor elk grensvlak en voor elke referentielijn de hoogteveranderingstrends T/dh (in cm/jaar) voor het beschouwde bankgedeelte bepaald door lineaire regressie-analyse³⁹ van de tijdreeksen voor $h = S/L$. In het geval van de geulbodem is w de gemiddelde hoogte van het transversaal profiel gelegen onder het grensvlak op het peil van de basisconcaeviteit van de banken. Daarbij is $w = S'/L'$ met $S' =$ de oppervlakte van het geulbodemprofiel onder dat grensvlak en $L' =$ de lengte van de snijlijn tussen profiel en grensvlak.

Figuur 26 toont enkele tijdreeksen voor de gemiddelde hoogte h van de banktop en w van de geulbodem langsheen diverse vaste lijnen voor een aantal banken en geulen. Die tijdreeksen vertonen een vrij grote variabiliteit. Variabiliteit en outliers in de tijdreeks ontstaan door het effect van bewegende megaribbels en zandgolven, door heen- en weer migrerende sedimenten, door storm-effecten, etc. Invloed van koerswijzingen werd door de controleprocedure ondervangen.

Figuur 27 toont een cartogram met de trend voor gemiddelde hoogteverandering (T/dh in cm/jaar) langs de referentietransversalen op de banktoppen in de periode 1987-94. Bijna overal, behalve op de top van de Middelkerkebank, vertonen de banktoppen een globale tendens voor verlaging, evenwel met ongelijke

38. VAN CAUWENBERGHE, C. (2000). *Relative Sea Level Rise along the Belgian Coast : Analyses and Conclusions with Respect to the High Water, the Mean Sea and the Low Water Level*. In : *Hydrographic Journal*, 97, 7-11, 5 tab., 7 fig.

39. Lineaire regressie-analyses werden uitgevoerd met programma BANKSTAT ontwikkeld in het Laboratorium voor Fysische Aardrijkskunde (RUG) of met QUATTRO / Advanced mathematics. In BANKSTAT wordt de vergelijking van de regressielijn door een verzameling van n punten (x_n, y_n) in een rechthoekig assenstelsel ook als volgt bepaald (BEYER, *Mathemat. Tables*, 1984, p. 195) :

$$y = Ax + B$$

$$\text{met } A = \left\{ \sum_1^n (x_n + y_n) - \left(\sum_1^n x_n \right) \left(\sum_1^n y_n / n \right) \right\} / \left\{ \left(\sum_1^n x_n - \left(\sum_1^n x_n / n \right)^{es} \right) \right\}$$

$$\text{en } B = \left\{ \sum_1^n y_n / n - \left(A * \sum_1^n y_n / n \right) \right\}$$

In het geval men beschikt over twee punten $P_1 (x_1, y_1)$ en $P_2 (x_2, y_2)$ gelegen op de regressielijn wordt

$$A = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1) \text{ en } B = y_1 - A * x_1$$

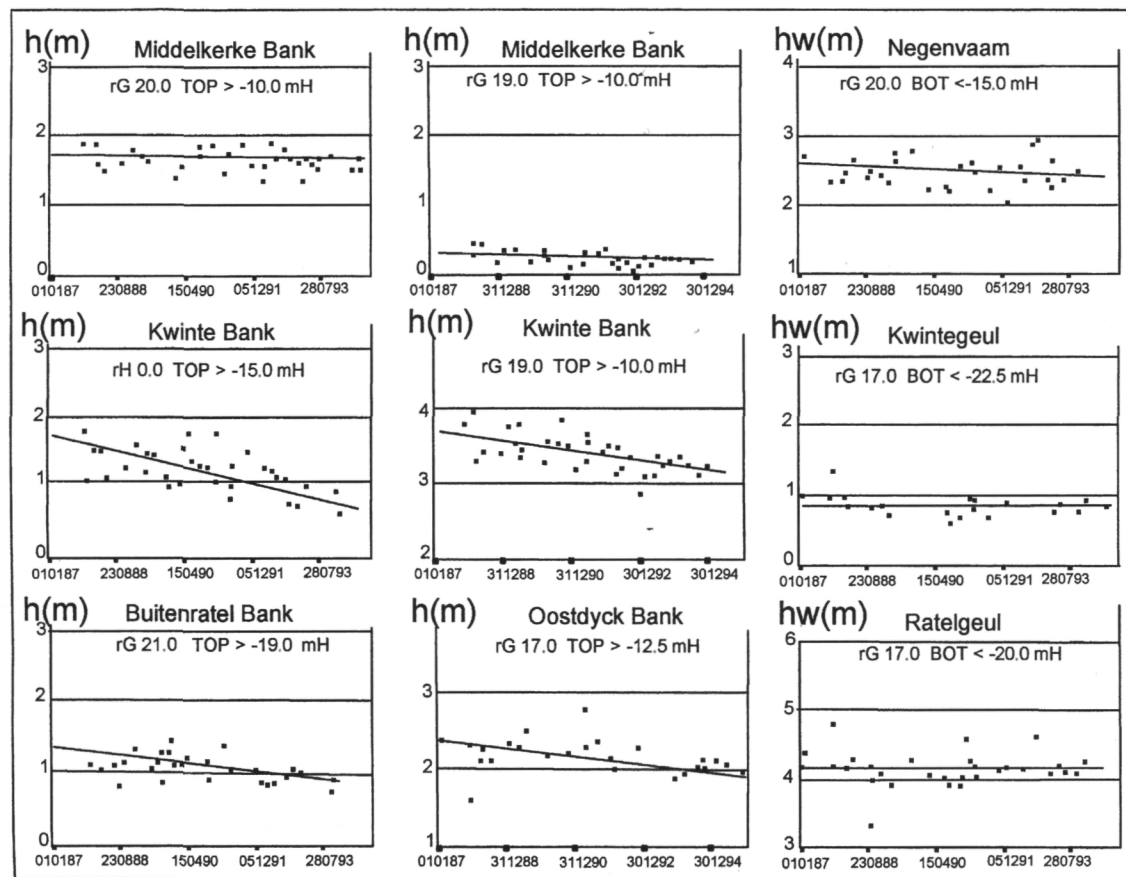


Fig. 26. — Vlaamse Banken. Periode 1987-95. Voorbeelden van tijdreeksen voor de gemiddelde hoogte van banktop (TOP)- of geulbodendoorsneden (BOT).

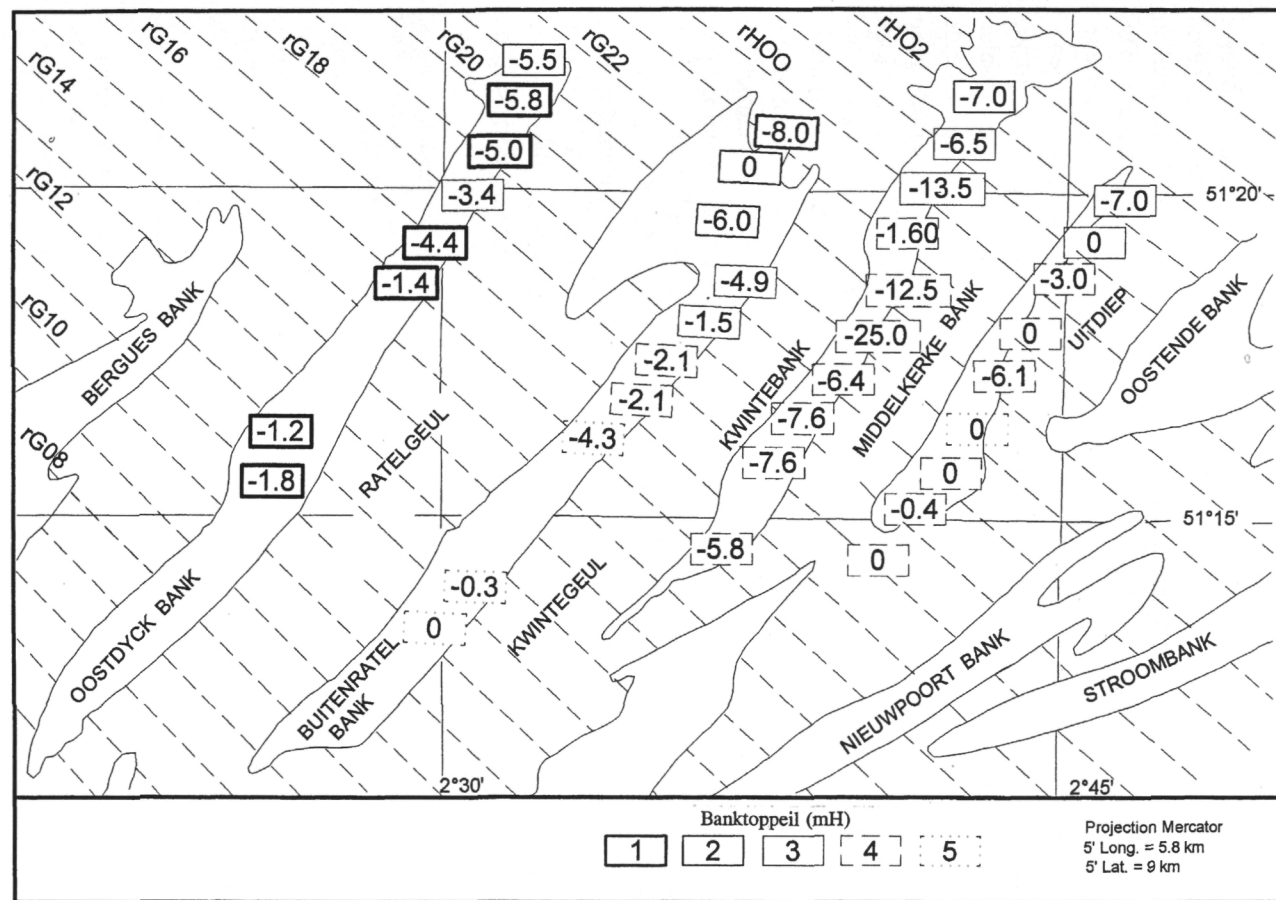


Fig. 27. — Vlaamse Banken. Banktoppen. Periode 1987-95. Trend van de verandering van de gemiddelde hoogte van banktopdoorsneden (cm/jaar).

intensiteit. Dit suggereert een netto regionaal sedimenttransport met een erosief effect. Dit beeld wijkt wel af van de indicaties van de stabiliteitskaart voor het peil -4 mH in de periode 1978-98. Het verschil kan verband houden met de meer morfografisch geconditioneerde werkwijze bij trendbepaling.

Op sommige topzones bereikt de verlagingstrend voor de gemiddelde hoogte gedurende de periode 1987-95 een waarde van 5 à 10 cm/jaar. Dit is het geval langs de noordkant van de Oostdyck, op de lage noordrand van de Buitenratel en ook langs de noordrand van de Kwintebank en van de Middelkerkebank. Die zeewaartse randligging suggereert invloed van de expositie t.o.v. deining en stormen en verklaart ook ten dele de variabiliteit in de tijdsreeksen op die randen.

De sterkste verlagingstrend in de periode 1987-95 vindt men op de topzone van het noordelijk-centraal deel van de Kwintebank. Langs de transversalen rG 21.0, rG 22.0 en rH 00.0 bedroeg de verlagingstrend van de gemiddelde hoogte in de periode 1987-94 er 25 cm/jaar. Alhoewel er voor die periode geen preciese gegevens over de lokalisatie van de zandwinningsgebieden bestaan is het toch voldoende gekend dat het noordelijk-centraal-deel van de Kwintebank een belangrijk, zoniet het belangrijkste zandwinningsgebied op de Vlaamse Banken vormt. In de periode 1983-1992 werd op de Oostdyck en op de Buitenratel samen 100.000 m³/jaar gewonnen.⁴⁰ Op de Kwintebank daarentegen bedroeg het ontgonnen zandvolume in 1987 400.000 m³/jaar. In 1992 was dit opgelopen tot 1.000.000 m³/jaar.^{40, 57} Voor de hele periode 1987-94 kan men het totale zandvolume gewonnen op de topzone van de Kwintebank op 4.5 à 5.0 miljoen m³ ramen. Het exploitatiedebiet overtrof er de natuurlijke aanvoer van zand naar de topzone door het maintenance-mechanisme. Het maintenance-model^{3, 7, 29} stelt voorop dat zandaanvoer naar de top gebeurt door megaribbels die langs de flanken vanuit de geulen opklimmen^{41, 42, 43} en dat er gedurende de stormseizoen

40. DE MOOR, G. (1993). *Morfologische en sedimentologische impact van de zandontginningen*. In L. RZONZEF (Ed.): *Effekten op het marien leefmilieu van de zand- en grindwinnings op het Belgisch kontinentaal plat*. In: *Annalen der Mijnen België*, 1993(2), pp. 16-24, 5 fig.

41. Dit opklimmen (3, 7) kan toegeschreven worden aan afbuiging van de megaribbels die zich volgens de as van de geulbodems verplaatsen. Door vertraging ingevolge wrijving loopt het ribbelgedeelte dat zich dicht bij de bankvoet bevindt achter zodat in die randzone ribbels meer en meer in de richting van de flank afbuigen tot ze die uiteindelijk oplopen. Het Corioliseffect dat inwerkt op de waterbeweging die de geulas volgt werkt deze afbuiging nog in de hand door de afbuiging naar rechts die ze aan de stroming geeft. De opeenvolging van eb- en vloedpiekstromen in de geulen maakt dat het Corioloseffect zich afwisselend in tegengestelde richting op tegenoverliggende bankflanken laat voelen. Hierdoor gaan de megaribbels aan de ene geulkant de bankflank zee- waarts opklimmen bij vloed en aan de andere landwaarts opklimmen bij eb. Van dit oogpunt uit zou zandaanvoer vanuit de zuidelijke Negenvaam eerder de dynamische stabiliteit op de Middelkerkebank ondersteunen dan zandaanvoer naar de topzone van de Kwintebank verzorgen. De opeenvolging van stormafslag op de topzone gepaard gaande met zandoverdracht naar de geulen en gevolgd door nieuwe zandaanvoer naar de toppen laat vermoeden dat er niet alleen een externe zandaanvoer bestaat langs de geulen maar dat er ook zand van de banken zelf gerecycleerd wordt in het maintenance mechanisme. Die stormafslag op de topzones wordt morfologisch geargumen-

aftopping gebeurt. Daardoor komt zand in de geulen terecht van waaruit het dan gerecycleerd wordt.

Figuur 28 toont een cartogram met de hoogteveranderingstrends voor de geulbodems. Gedurende de periode 1987-1994 trad bijna nergens in de geulen verlaging of verhoging op. Gezien de variabiliteit in de tijdreeksen (zie fig. 26) gaat het waarschijnlijk om een dynamische stabiliteit gebonden aan de migratie van megaribbels. Op sommige plaatsen in de geulen komt grint⁴⁴ voor of vindt

teerd door het vlakke karakter van de hoge centrale topzone van de Kwintebank (fig. 2) dat aan de veegzone van de golven kan toegeschreven worden, terwijl het transportpadenpatroon nieuwe zandaanvoer naar de toppen ondersteunt. De detailstudie in de proefzone op de zuidelijke Middelkerkebank laat vermoeden dat er op de topzones ook herwerking gebeurt waarbij erosie lokaal dieper in het zandlichaam doordringt. Dit mechanisme laat overigens toe sommige longitudinale voren te verklaren die men soms plaatselijk op de topzones aantreft.

42. **Voor de mobiliteit van zandgolven op de Vlaamse Banken, zie o.a. :** DE MOOR, G. (1985). op. cit. (7). DE MOOR, G., & LANCKNEUS, J. (1990). *Stabilité et apports de sédiments sur les Bancs de Flandre*. In : *Annales Société Géologique du Nord*, CIX, pp. 129-139, 13 fig. LANCKNEUS, J. & DE MOOR, G. (1994). *Evolution of Large Dunes*. In : G. DE MOOR (Ed.) : *Relationship between Sea Floor Currents and Sediment Mobility in the Southern North Sea*. (onuitgegeven verslag), Brussels, EC, DG XII, Project MAST I, RESECUSED, Final Report, pp. 9-1/9-22, 17 fig. LANCKNEUS, J. & DE MOOR, G. (1994). *Morfodynamiek van de zandgolven*. In : G. DE MOOR & J. LANCKNEUS (Ed.) : *Eindverslag Project Westbank II*, deel I, op cit. (41), pp. 113-127, fig. 5.1-5.8.

43. **Voor kartering van transportpaden van bodemlading op de Vlaamse Banken op basis van morfologische kenmerken van zandgolven en megaribbels, zie o.a. :** DE MOOR, G. (1985). op. cit. (7). LANCKNEUS, J., DE MOOR, G., VANDEVELDE, L., DE WINNE, E., SANDOZ ALMAZO, I. & GARRIDO MARTIN, T. (1993). *Morphodynamics and Sedimentdynamics in the Southern Bight*. In : J. NIHOUL (Ed.) : *Progress in Belgian Oceanographic Research*. Brussels, Royal Academy of Belgium, National Committee of Oceanology, pp. 55-73, 9 fig. DE MOOR, G. & LANCKNEUS, J., (1994). *Analyse van zandtransportpaden*. In : G. DE MOOR & J. LANCKNEUS (Ed.) : *Eindverslag Project Westbank II*, deel I, op. cit. (57), pp. 78-112, fig. 4.1-4.26. DE MOOR, G. & LANCKNEUS, J., (1994). *Analyse van zandtransportpaden*. In : G. DE MOOR & J. LANCKNEUS (Ed.) : *Eindverslag Project Gootebank*, deel I, op. cit. (57), pp. 78-109, fig. 5.1-5.23. HEYSE, I. & VAN WEZENBEECK, V. (1996). *Assessment of Residual Transport Paths by Bedform Analysis on the Middelkerke Bank*. In : I. HEYSE & G. DE MOOR (Ed.) : *Sediment Transport and Bedform Mobility in a Sandy Shelf Environment*. (onuitgegeven verslag). Brussels, EC, DG XII, Project MAST II, STARFISH, Final Report, pp.10.1-10.22

Men karteert transportpaden ook op basis van korrelgrootteparameterveranderingspatronen ; zie o.a. : LANCKNEUS, L., DE MOOR, G., DE SCHAEPMEESTER, G., MEYUS, I. & SPIERS, V. (1992). *Residual Sediment Transport Directions on a Tidal Sandbank. Comparison of the Mc Laren Model with Bedform Analysis*. In : *Bevas-Sobeg*, pp. 425-446, 10 fig., 4 tab. LANCKNEUS, J., DE MOOR, G., VAN LANCKER, V. & DE SCHAEPMEESTER G., (1993). *The Use of the Mc Laren Model for the Determination of Residual Transport Directions on the Gootebank, Southern North Sea*. In : *Progress in Belgian Oceanographic Research*. Brussels, Royal Academy of Belgium, National Committee of Oceanology, 7, pp.75-94, 9 fig. GAO, S., COLLINS, M.B., LANCKNEUS, J., DE MOOR, G. & VAN LANCKER, V. (1994). *Grain Size Trends Associated with Net Sediment Transport Patterns : an Example from the Belgian Continental Shelf*. In : *Marine Geology*, 121, pp. 171-185.

44. TYTGAT, J. (1989). *Dynamics of Gravel in the Superficial Sediments of the Flemish Banks, Southern North Sea*. In J.-P. HENRIET, G. DE MOOR & M. DE BATIST (Ed.) : *Tertiary and Quaternary Geology of the Southern Bight*. Brussels, Ministry Economic Affairs, pp. 217-228, 7 fig.

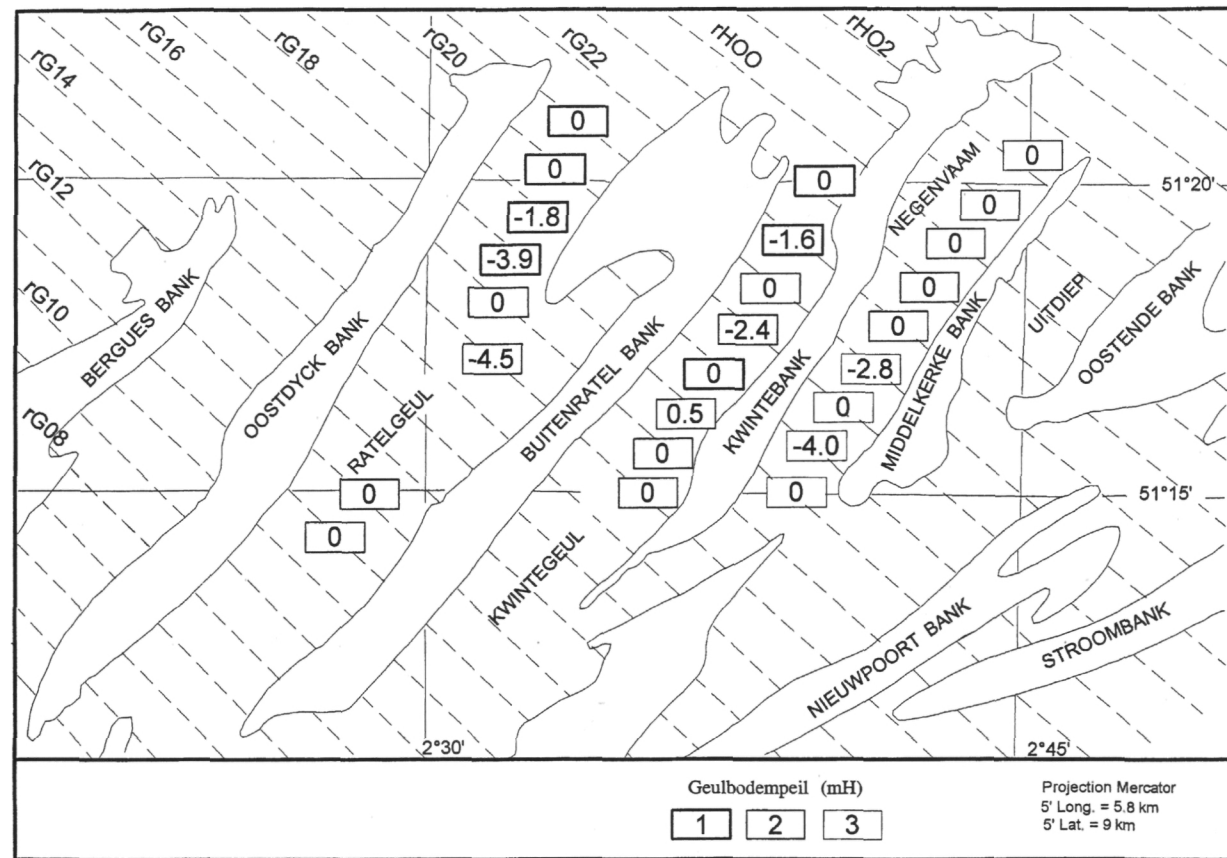


Fig. 28. — Vlaamse Banken. Geulbodems. Periode 1987-95. Trend van de verandering van de gemiddelde hoogte van geulbodemdoorsneden (cm/jaar).

men op geringe diepte een stugge eocene klei ¹¹ die ook tot stabiliteit van de geulbodem kunnen bijgedragen hebben. In het centrale deel van de Ratelgeul en in het zuidelijke deel van de Negenvaam manifesteerde zich wel een zwakke tendens tot verlaging van de gemiddelde hoogte, zonder evenwel 4 à 5 cm/jaar te overschrijden.

Die trend geeft een indicatie voor de verandering van de gemiddelde hoogte langs de vaste lijn maar laat niet toe variaties van T/dh langs die lijn te onderscheiden. Langs vaste lijn rG21.0 op de Kwintebank meet men wel een gevoelige verlagingstendens voor de gemiddelde hoogte maar de diepe depressie op de westzijde komt daarbij niet tot uiting. Aanvullend beroep op visuele vergelijkingsmethodes toont die depressie wel duidelijk. Om beter te kwantificeren wat er precies aan de hand is kan men daarna wel trends bepalen op beperkte gedeelten van de bankdoorsnede.

Men kan de predictieve betekenis van de trends evalueren door de bathymetrische opnames voor te zetten. Een negatief resultaat betekent echter geen uitsluitel omdat er geen zekerheid bestaat over de procescontinuïteit.

De geldigheid van sommige berekeningselementen kan wel geëvalueerd worden. Bijlagen 2 en 3 laten toe de referentiewaarden voor de profieloppervlakten gebruikt in de periode 1987-95 te vergelijken met de eenheidsvolumes voor de overeenkomstige profielen opgemeten in juni 1998. Daarbij werd gebruik gemaakt van echogrammen en digitale dieptegegevens opgenomen langs dezelfde vaste lijnen in opdracht van de Geologische Dienst van België. Eenheidsvolumes in m^3/m komen immers overeen met profieloppervlakten in m^2 .

5.3. – Hoogteverschilkaarten

Hoogteverschilkaarten worden afgeleid van lodingskaarten of van databanken met digitale diepte- en plaatsgegevens door op reële of geïnterpoleerde waarnemingspunten het diepteverschil tussen twee opeenvolgende diepte-opnames te bepalen en te karteren. Deze methode vergt een grote lodingsdichtheid. Ze leent zich tot driedimensionele kuberingen die een betere benadering van de volumeveranderingen bieden dan die bekomen door extrapolaties van eenheidsvolumometrische evaluaties langs transversalen zoals voorheen noodgedwongen gebruikt voor het inschatten van de residuele sedimentdynamiek op de Vlaamse Banken.^{3, 7, 29}

De implementatie van de *multibeam* echoloding met grote resolutie, van de geografische informatiesystemen en de digitale terreinmodellen en van meer performante plaatsbepaling (DGPS) werken het gebruik van hoogteverschilkaarten in de hand en boden bij het einde van de periode 1985-95 perspectieven om het geomorfologisch risico-onderzoek op zee verder te verbeteren.

5.3.1. – Hoogteverschilkartering door single beam bathymetrie met de BEASAC hovercraft

In de periode 1991-1995 werden hoogteverschilkaarten opgemaakt voor een kleine proefzone van 1.5 Km² gelegen op de zuidkant van de Middelkerkebank langs de Deccalijn rG 21.5, gecentreerd rond 51°17' N en 2°42'23" E (fig. 29). Daarvoor werden lodingskaarten opgenomen met ultra-snelle *single beam* bathymetrie met de BEASAC *hovercraft*⁴⁵ langsheen transversale vaarlijnen op een tussenafstand van 25 m.⁴⁶ Een van die hoogteverschilkaarten overspant een periode van 4 jaar, de andere een van 3 maand, zodat effecten van korte termijn dynamiek en van lange-termijn dynamiek kunnen onderscheiden worden. Tussen 2 september 1991 en 13 september 1995 verhoogden de toppen van de zandgolven op de bank tot meer dan 2 m. Tegelijk werd verdieping van de golfdalen waargenomen. Die bedroeg zelden meer dan 1 m⁴⁸. Dit verschil suggereert dat de zandgolven niet alleen door interne recyclage verhoogden. Tussen 2 september 1991 en 27 november 1991 bleef de hoogte van de zandgolven nagenoeg constant. Alleen langs de westelijke topconvexiteit waren zandgolven soms meer dan 0.5 m hoger geworden.

Ook op de bankflank werden hoogteverschilmetingen uitgevoerd. Tussen september en november 1991 heeft zich langs de westflank van de Middelkerkebank op een diepte tussen -10 en -13 m H een sliet bulten van minder dan 0.5 m hoogte ontwikkeld (Fig. 29). Mogelijks ging het om megaribbels. Toch toont de onderliggende isohypsenkaart geen enkel effect van die verhogingen evenmin als indicaties voor asymmetrie alhoewel het gelijkhoogteverschil slechts 0.5 m bedroeg. Vier jaar later, was de algemene hypsometrie op de bankflank niet gewijzigd. Wel werden daar toen meer, grotere en ook hogere hompels aangetroffen. Het isohypsenverloop op de kaart geeft die terug niet aan. De hoogtetoename van nauwelijks 0.5 m kwam erg klein uit gezien de veel langere tussentijd. De stabiliteit in positie, structuur en morfologie van deze bulten stelt de preciese rol van de korrelverplaatsing en die van megaribbelmigratie in de globale verplaatsing van de bodemlading in vraag.

Hoogteverschilkartering met Beasac opnames werd ook gebruikt om de mobiliteit van zandgolven⁴² te bestuderen (fig. 30). In de 4 jaar tussen 1991 en 1995 waren sommige zandgolven op de noordwestkant van de proefzone over 5 tot 10 m naar het oosten verschoven, symmetrische zandgolven op de banktop waren nagenoeg ter plaatse gebleven en zandgolven op de zuidoostkant waren er

45. Voor BEASAC (Belfotop Eurosense Acoustic Sounding Air Cushion), zie o.a. DE PUTTER, B., DE WOLF, P., VAN SIELEGHEM, J. & CLAEYS, F. (1992). *Latest Developments in Hovercraft Bathymetry*. Hydrographic Society, Hydro 92 Copenhagen, Proceedings.

46. HOUTHUYS, R. (1996). *Chronosequential Depth Measurements in Very Shallow Waters by Hovercraft: Recording and Processing*. In: I. HEYSE & G. DE MOOR (Ed.): *Sediment transport and bedform mobility in a sandy shelf environment*. Brussels, EC, DG XII, Final Report STARFISH Project, pp. 5-1/5-25, 15 fig. (meerspeciaal p. 5.14, 5.17 en 5.19).

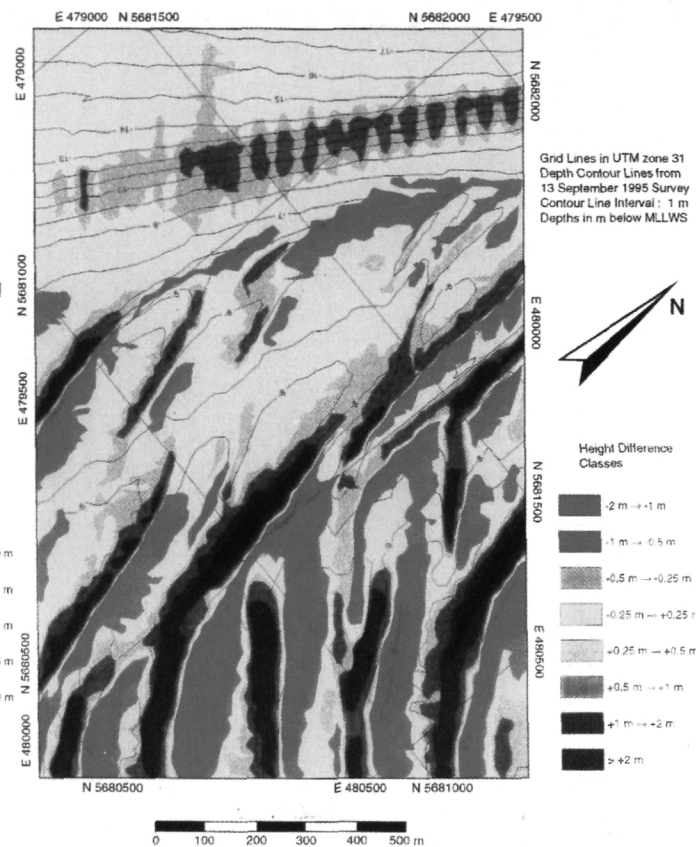
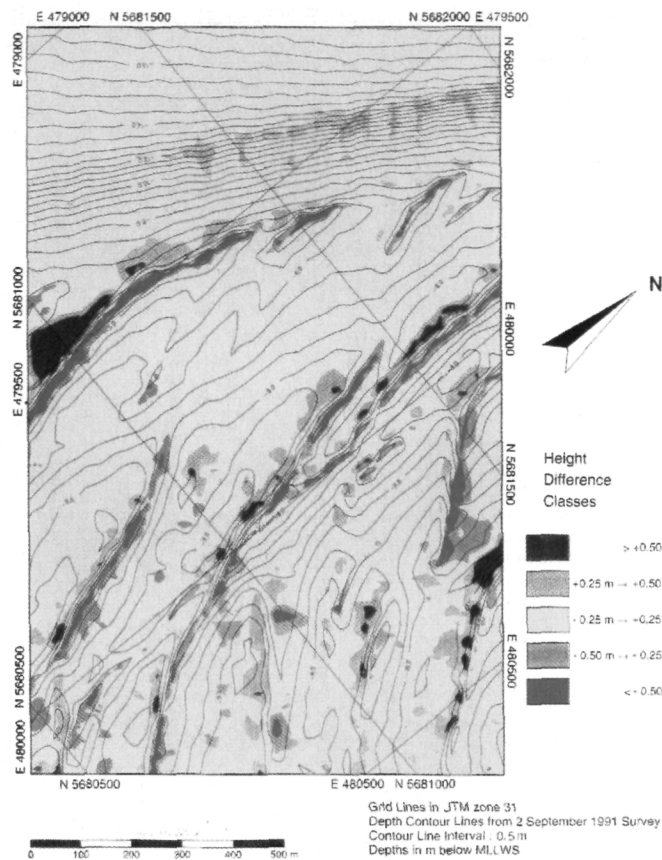


Fig. 29. — Zuidkant Middelkerkeband. Testzone langs rG21.5. Hoogteverschillen door kleuren op basis van hoogtelijnenkaart.
(Beasac single beam bathymetrie : opname en verwerking EUROSENSE).

over 10 tot 20 m naar het westen gemigreerd ⁴⁸ (p. 5.14). Ook stormeffecten en invloed van tijstanden werden met hoogteverschilkaarten onderzocht.^{47, 48}

5.3.2. – Hoogteverschilkartering met multi beam

In de periode 1994-95 werden bathymetrische *multibeam* opnames uitgevoerd op twee kleine proefzones op de Middelkerkebank, elk ongeveer 2.5 km² groot. De eerste is gelegen langs rH02.00 in een gebied met kamlijndiepten van 7 tot 8 m, de tweede meer noordwaarts langs rH04.0, waar de kamlijndiepte rond de 15 m bedraagt. Opnames gebeurden met het SIMRAD EM 950 hybrid *multibeam* echolood deels aan boord van de meetflat WYTFLIET (in april en augustus 1994) en deels aan boord van het hydrografisch schip TER STREEP (tussen oktober 1994 en oktober 1995).⁴⁹ Figuur 31 toont een uittreksel uit een van de lodingskaarten bekomen na traceren van de hoogtelijnen.

Vergelijking van de tracé's van representatieve hoogtelijnen toont dat zich in de minder diepe zone langs rH02.00 op de Middelkerkebank oscillaties van zandgolven hadden voorgedaan. Tussen oktober 1994 en maart 1995 migreerden ze transversaal over een twintigtal meter oostwaarts en tussen maart en oktober 1995 over 20 m westwaarts, wat gepaard ging met enige longitudinale verschuiving.⁴⁹ In de diepere zone langs rH04.00 greep nagenoeg geen transversale verplaatsing van zandgolven plaats maar alleen een zwakke longitudinale verschuiving. Deze resultaten bevestigen de analyses door profielsuperpositie en door seriële profielen (fig. 19, fig. 20, fig. 21) en die door opvolging van de migratie van zandgolven met *side scan sonar*.

Figuur 32 toont een hoogteverschilkaart afgeleid van een gedetailleerde *multibeam* opname op de noordzijde van de Middelkerke Bank in 1994. Het kaartbeeld suggereert migratie van zandgolven in noordwestelijke richting.

5.4. – Inbreng van sonogrammen en satellietbeelden

De sonogrammen bekomen met *side scan sonar* hebben een belangrijke bijdrage geleverd voor de studie van de evolutie en de mobiliteit van zandgolven en megaribbels. Ze tonen immers ineens een min of meer groot deel van de zeebodem alhoewel een opname slechts weinig tijd vergt. Figuur 33 toont de ligging

47. HOUTHUYS, R. (1994). *Impact of a Storm Period on the Morphology of the Middelkerke Bank*. In : G. DE MOOR (Ed.) : *Relationship between Sea Floor Currents and Sediment Mobility in the Southern North Sea*. Brussels, EC, DG XII, Project MAST I, RESECUSED, Final Report, pp. 4-1/4-29, 16 fig (meer speciaal p. 4.2 / 4.3)

48. HOUTHUYS, R., TRENTESAU, A. & DE WOLF, P. (1994). *Storm Influences on a Tidal Sandbank's Surface, Middelkerke Bank, Southern North Sea*. In : *Marine Geology*, 121, pp. 23-41.

49. VAN CAUWENBERGHE, C. (1996). *Chronosequential Multi Beam Echosounding by Vessel : Recording and Processing*. In I. Heyse & G. De Moor (Ed) : *Sediment Transport and Bedform Mobility in a sandy Shelf Environment*. (Onuitgegeven verslag). Brussels, EC, DG XII, Project MAST 2, STARFISH, Final Report, pp. 5-1/ 4-18, 13 annex. (meer speciaal p. 4.1 en 4.4 - 4.5).

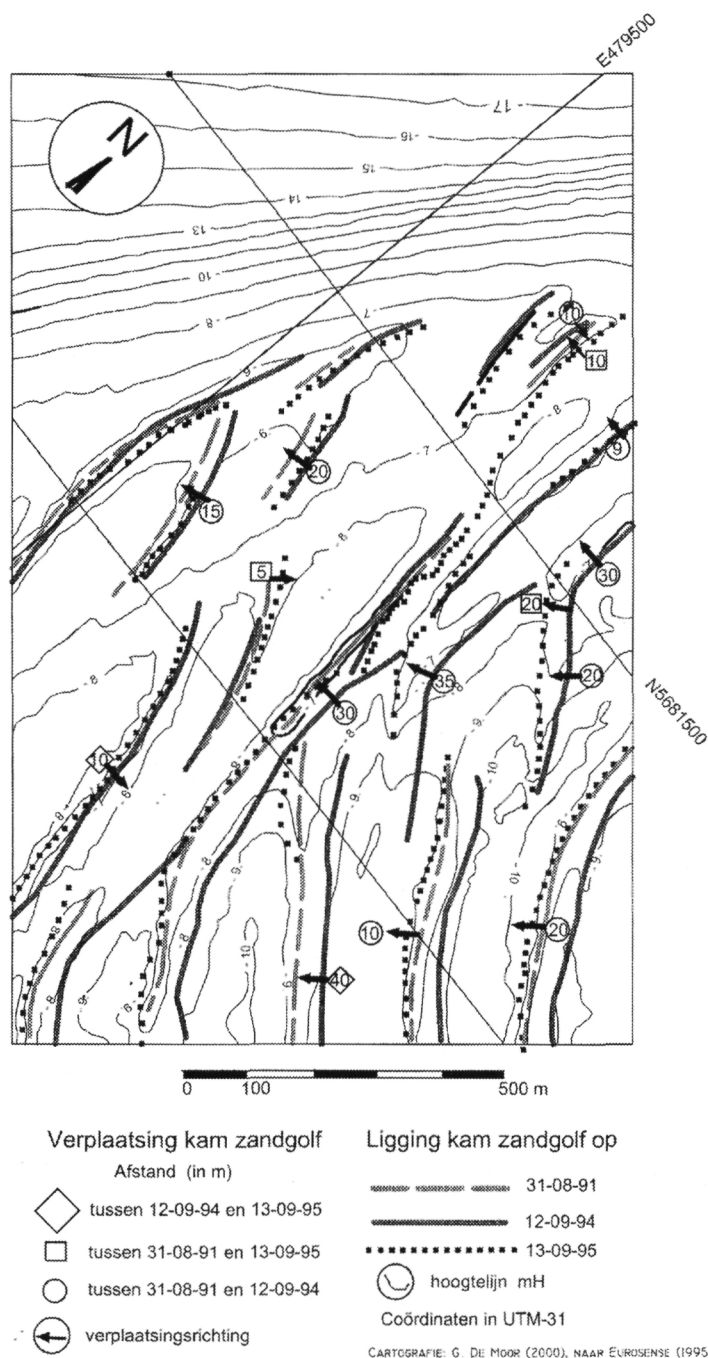
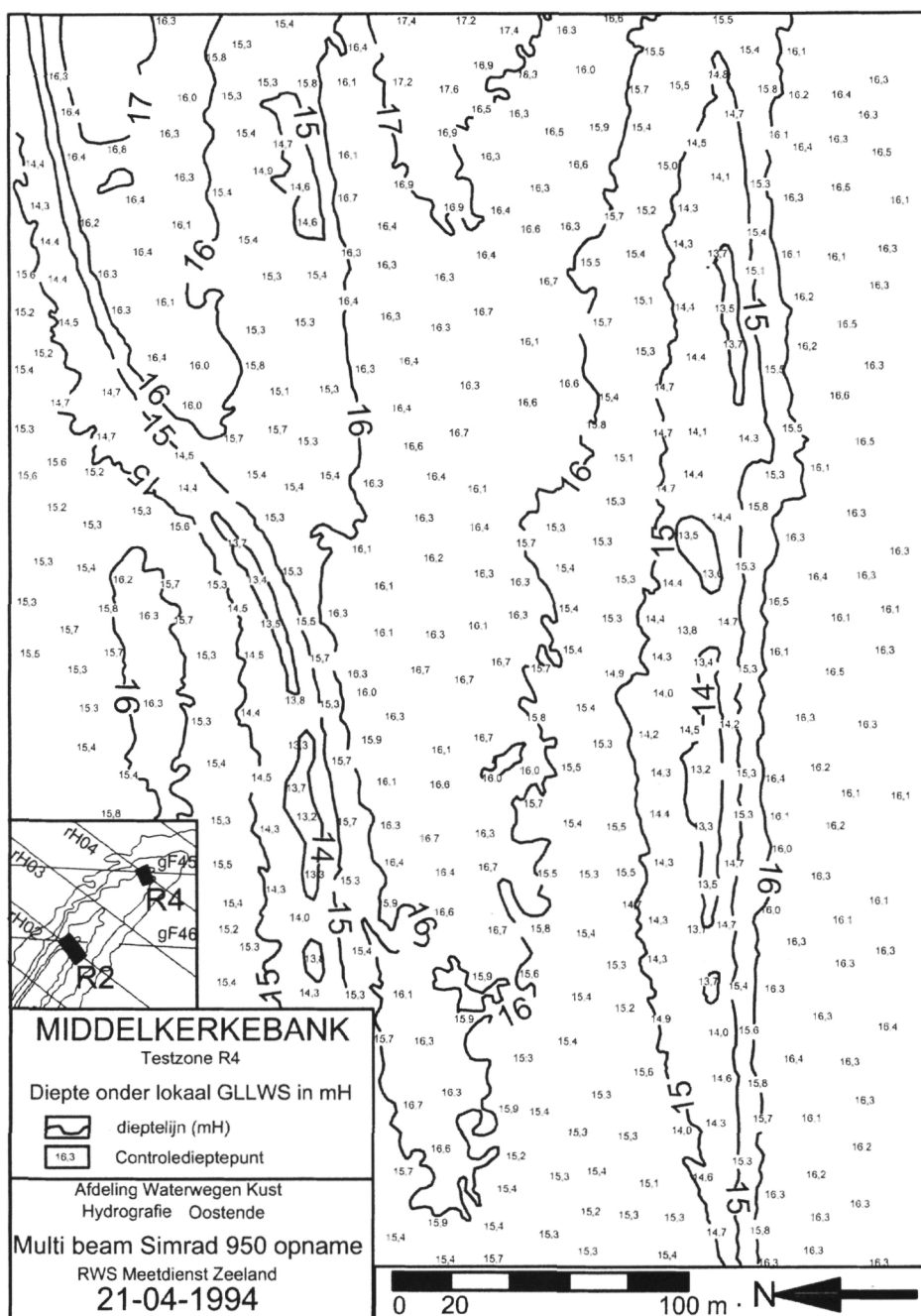


Fig. 30. — Middelkerkebank Testzone R4. Verschuiving van de kamlijnen van zandgolven tussen 1991 en 1995, afgeleid van single beam opnames op 02.09.91, 31.08.94 en 13.09.95 (Eurosense). De kaart illustreert de geringe heen- en weer beweging van de zandgolven.



Cartografie G. De Moor (2000), naar data C. Van Cauwenberghe (1994)

Fig. 31. — Middelkerkebank. Testzone R4. Multi beam bathymetrie. Lodingskaart en afgeleide isohypsen (opname RWS Meetdienst, 1994). Rond ieder controlepunt is er een cirkel van 16 m diameter waarbinnen geen data voorgesteld zijn. De diepteliijnen zijn getekend op basis van een 2x2 m maas waarvoor de gemiddelde diepte bepaald werd.

en de asymmetrie van zandgolven op de noordzijde van de Middelkerkebank afgeleid van sonogrammen opgenomen op 14 november 1990 en op 28 februari 1991. Vergelijking illustreert de geringe verandering in de winterperiode 1990/91.

In de periode 1980-95 werden sonogrammen gebruikt voor de kartering van transportbanen en transportrichtingen van de bodemlading op basis van de relatie tussen progradatierichting en vormasymmetrie bij lineaire oppervlaktestructuren.⁴³ Figuur 34 toont transportpaden op de Kwintebank op 30 november 1982 afgeleid van de strekking en de asymmetrie van zandgolven en megaribbels merkbaar op de sonogrammen. Hierbij wordt alleen de dominerende richting van de steile zijde binnen afzonderlijke megaribbelvelden weergegeven. In november 1982 verliepen de zandgolven op de topzone van de Kwintebank parallel aan de bankas met een steile progradatiezijde gericht naar de Negenvaam. Dit suggereert dat de zandaanvoer vanuit de Kwintegeul onder invloed van vloedpiekstroom er belangrijker was dan de aanvoer door ebstroom vanuit de Negenvaam. Het verschil in strekking tussen de hogere zandgolven en de lagere megaribbels is mogelijks gebonden aan verschil in korrelgrootte waardoor het respectievelijke transport door anders gerichte stromingen gebeurde. De bodemsedimenten in de Negenvaam zijn fijner dan in de Kwinte en op de Kwintebank.^{8, 9, 50} Het feit dat ze zuidwaarts in de Negenvaam verder verfijnen suggereert dat de ebpiekstroom toch een belangrijke invloed heeft op het transport in die geul.

Figuur 35 toont de transportpaden voor bodemlading op de Middelkerkebank, afgeleid van de strekking en de asymmetrie van megaribbels op sonogrammen opgenomen in Mei 1990. Megaribbels komende uit de Negenvaam klimmen er de steile westzijde van de bank op onder invloed van de vloedpiekstroom terwijl op de oostzijde de megaribbels vanuit het Uitdiep door ebpiekstroom de oostflank opgestuwd worden (fig. 36).

De resultaten van sonograminterpretaties hangen deels af van de interpretatie-technieken van de akoestische beelden. Alhoewel men de hoogte van bodemvormen niet direct kan aflezen, laten speciale meettechnieken (analoog aan de hoogtemetingstechnieken op luchtfoto's) toch toe de hoogte van zand-

50. Voor korrelgroottekartering op de Vlaamse Banken, zie o.a. : LANCKNEUS, J. (1989). *op. cit.* (9). DE MOOR, G. & LANCKNEUS, J. (1991). *op. cit.* (8). DE MOOR, G. & LANCKNEUS, J. (1994). *Analyse van oppervlakkige sedimenten*. In : G. DE MOOR & J. LANCKNEUS (Ed.) : *Eindverslag project Westbank II*, deel I, *op. cit.* (57), pp. 128-160, fig.1.6-1.26. (meer speciaal figuur 6.17 en 6.19). De bijlagen II tot V omvatten de resultaten van de korrelgrootte-analyses van de bodemstalen op de Kwintebank en omgeving. DE MOOR, G. & LANCKNEUS, J. (1994). *Analyse van oppervlakkige sedimenten*. In : G. DE MOOR & J. LANCKNEUS (Ed.) : *Eindverslag project Gootebank*, deel I, *op. cit.* (57), pp.120-152, fig. 7.1 tot 7.22. De bijlagen II tot V omvatten de resultaten van de korrelgrootte-analyses van bodemstalen op de Gootebank en omgeving. DE MOOR, G., LANCKNEUS, J. e. a. (1994). *Map of the Middelkerkebank, Southern North Sea*. Project MAST 1, RESECUSED, Gent, Laboratorium Fysische Geografie (RUG), 1 krt. De kaart geeft een beeld van de korrelgrootte van de oppervlakkige bodemsedimenten op de Middelkerkebank.

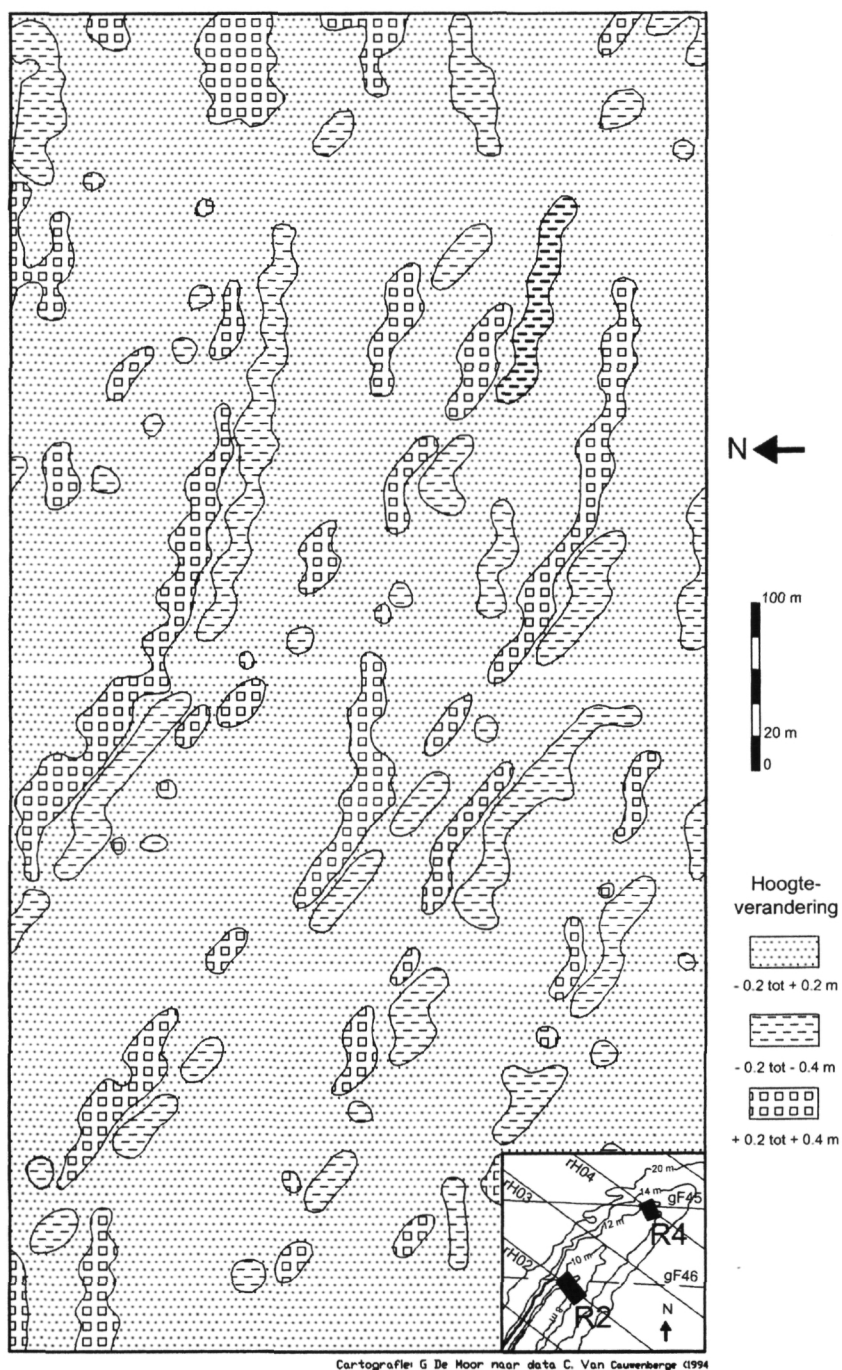


Fig. 32. — Middelkerkebank Noordzijde. Testzone R4. Multi beam bathymetrische karting en afgeleide hoogteverschilkaart.

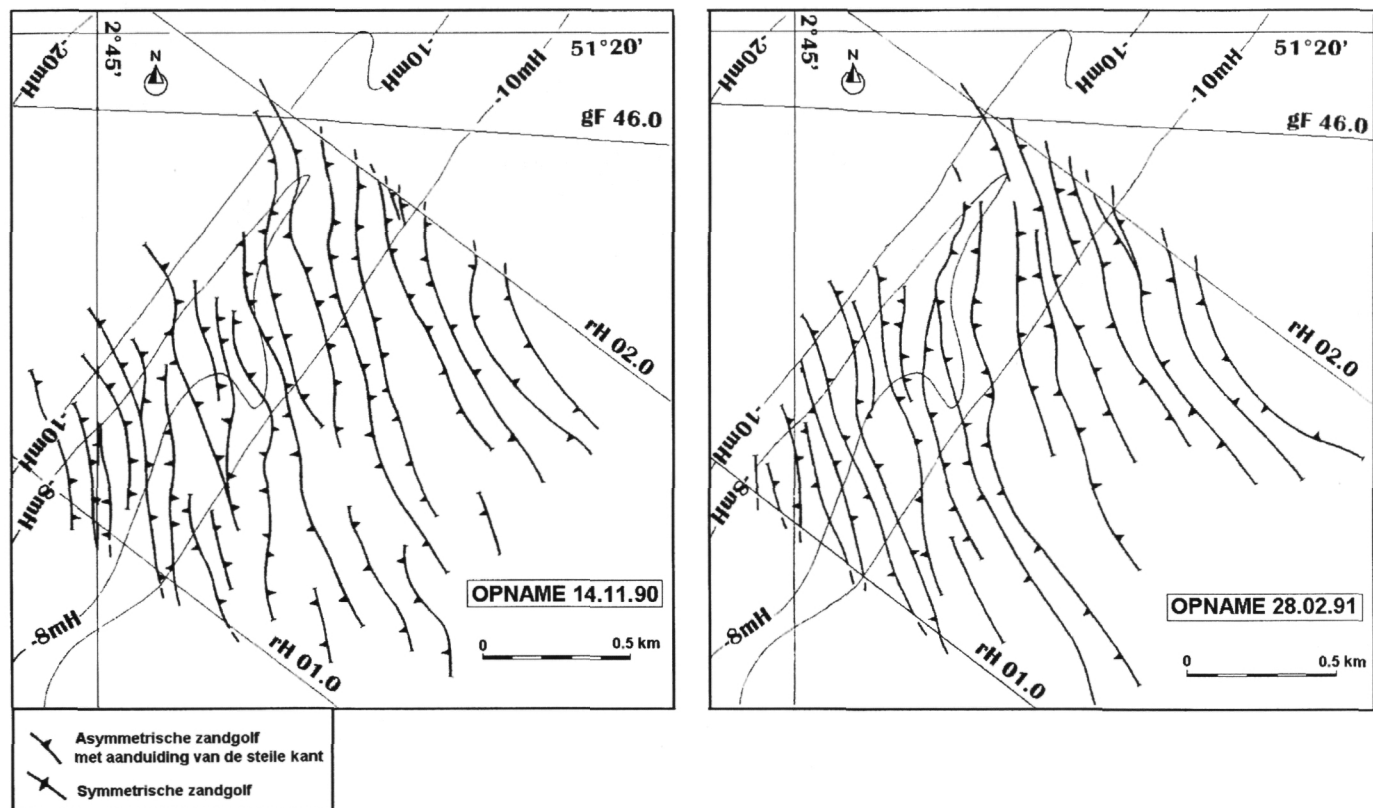


Fig. 33. — Noordzijde Middelkerkebank (tussen rh 02.0 en rh 01.0). De verwerkte sonogrammen tonen de ligging en de asymmetrie van de kamlijnen van de zandgolven. Vergelijking illustreert de geringe residuele verandering in de winterperiode tussen 14.11.90 en 28.02.91 (Sequentiële side scan opnames : G. De Moor & J. Lanckneus).

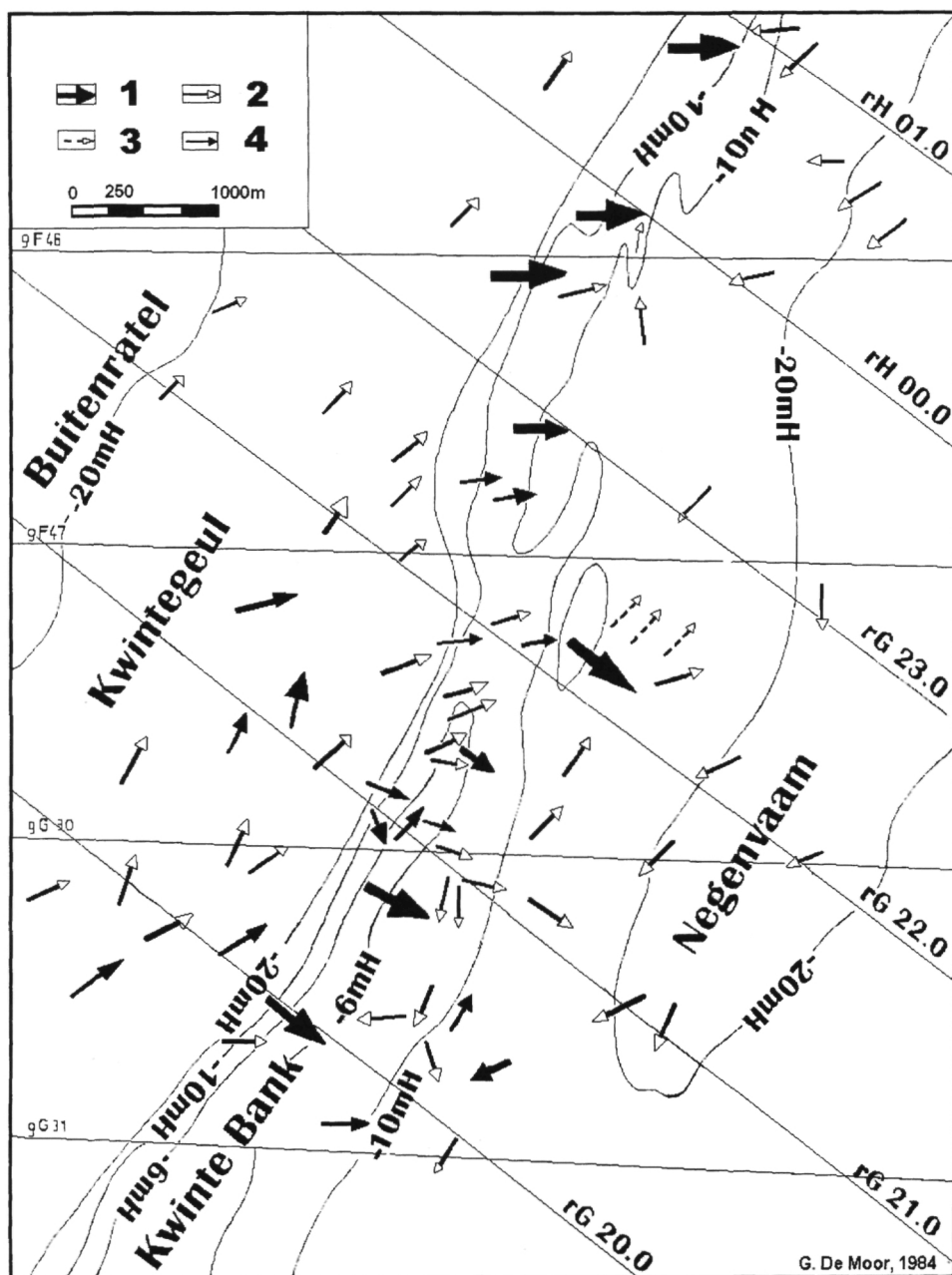


Fig. 34. — Kwindebank 30 november 1982. Sedimenttransportpaden op basis van strekking en asymetrie van zandgolven (1) en megaribbels (2, 3, 4) op sonogrammen (side scan sonar opnames en verwerking : G. De Moor, 1982).

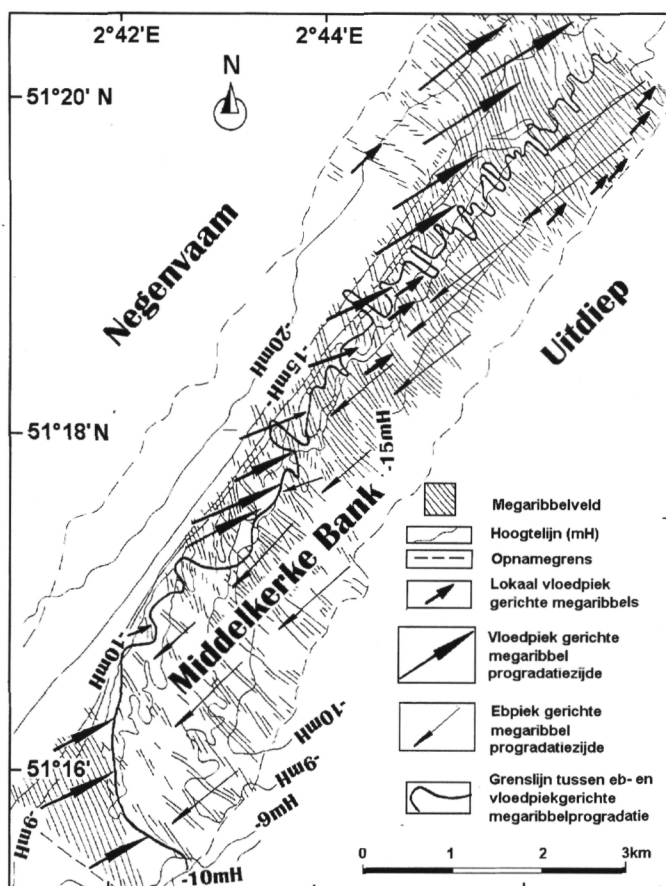


Fig. 35. — Middelkerkebank. Mei 1990. Residueel-transportpaden voor bodemplading afgeleid van de morfologische kenmerken van megaribbels op sonogrammen (side scan sonar opnames en verwerking : G. De Moor en J. Lanckneus, 1990).

golven en megaribbels te bepalen. Sonogrammen zijn dikwijls onmisbaar voor correcte interpretatie van echogrammen.

Bathygrafie en bathymetrie met *satellietbeelden* bekomen met gereflecteerde hoogfrequente elektro-magnetische golven (licht, infrarood, radar, laser, etc.) berust op de interpretatie van veranderingen in de vervormingen van het zee-oppervlak (vooral het golfpatroon) onder invloed van het bodemreliëf. Dit vereist ijking met dieptelodingen. De methode is dubbel-inductief. Haar belang voor detectie van grote bodemvormen en voor overzichtskartering in slecht gekende gebieden kan niet ontkend worden. Haar mogelijkheden voor geomor-

fologisch risico-onderzoek worden bestudeerd.^{25, 26, 51} Voordelen van satelliet-bathymetrie en andere *remote sensing* technieken zijn dat opnames over grote zones, zeer frequent en ineens kunnen gebeuren, dat opnamedata een grotere flexibiliteit krijgen en dat terreinwerk op zee alleen nodig is om ijkingsmateriaal te verzamelen

3. – Conclusies

1. – Dank zij de implementatie van de technologische ontwikkelingen inzake nautische en bathymetrische technieken en ook inzake digitale acquisitie en verwerkingsmiddelen uit de jaren 1980-1995 en door toepassen van deels innoverende wetenschappelijke verwerkingsmethodes is het mogelijk geweest om voor de periode 1985-95 geomorfologische risico's op de Vlaamse Banken te evalueren en tal van morfodynamische problemen te detecteren.

2. – De trendanalyse met morfometrische parameters laat toe hypsometrische evolutietrends en geomorfologische risico's langs vaste profiellijnen numerisch te formuleren en in een cartografische synthese te verwerken. Die tendenzen zijn echter geen lange-termijn predicties.

3. – Profielsuperpositie en seriële profielen vormen een machtig middel om in overzicht of in detail de morfodynamiek van grote en kleine reliëfsvormen te onderzoeken.

4. – De stabiliteitskaart laat toe om op het gekozen peil een beeld te bekomen van het stabiel gedeelte van een bank en van de omgevende risico-zone. Ze laat toe een eerste benadering te bekomen op basis van bestaande hydrografische kaarten maar geeft geen numerische informatie over de hoogteverandering zelf.

5. – De eerste resultaten van waarnemingen met de meest recente technieken geïmplementeerd sinds 1995 doen geen afbreuk aan de bevindingen bekomen door analyse van sequentiële profielopnames en door sonogrammen. Ze bevestigen dat de morfodynamiek van de oppervlakkige sedimentaire structuren een zeer grote complexiteit kent. Ze zullen ongetwijfeld een nieuwe fase in de vooruitgang van onderzoek en kennis van de geomorfologische risico's inluiden.

6. – De voornaamste resultaten die voor 1987-1995 in het gebied van de Vlaamse Banken bekomen werden kunnen als volgt samengevat worden.

De geulen hebben bijna overal een grote residuele stabiliteit gekend.

De evolutie op de banktoppen werd gedomineerd door een algemene verlagings-tendens. Die is belangrijk op de Oostdyck en op de noordzijde van de ver-

51. Hennings, I., Lurin, B., Vernemmen, C. & Vanhessche, U. (2000). *On the Behaviour of Hydrodynamic Processes due to the Presence of Submarine Sandwaves*. In TRENTESAU A. & GARLAN, T.(Ed.) : *Marine. Sandwave Dynamics*. Lille, University of Lille, Proceedings-International Workshop, pp. 85-92, 5 fig.

schillende banken. Ze is het grootst op het noordelijk-centrale deel van de Kwintebank waar zandwinning zo intens geworden is dat de natuurlijke herstelmogelijkheden door het maintenance mechanisme overschreden zijn. Op de Middelerkebank domineert stabiliteit ; lokaal bestaat daar zelfs een trend naar aanwas.

De grote zandgolven op de banktoppen vertoonden vooral oscillaties over korte afstand en weinig residuele verplaatsing. Wisselende getijstroken spelen een grote rol. Veranderingen op zeer korte termijn kunnen even belangrijk zijn als residuele veranderingen over maanden of zelfs jaren.

Verschuiving van banken of bankflanken zijn nauwelijks aan te tonen. Lokaal vindt men sporen van verschuiving van topconvexiteiten of van basisconcaviteiten. Zelden bedragen die meer dan 50 m en meestal hebben ze een oscillatoir karakter.

Talrijke feiten bevestigen het bestaan van een maintenance mechanisme dat aanvoer van zand naar de banktoppen toe door het opklimmen van megaribbels langs de flanken vooropstelt. Dit maintenance model ^{3, 7, 29} sluit aan bij de visies van Houbolt,⁵² van Caston,⁵³ van Kenyon et al.⁵⁴ en van McCave & Langhorne ⁵⁵ en ook die van Bastin ⁵⁶ die aan het Corioliseffect een groot belang toekende. Het vult de hypothese van J. Van Veen ¹⁷ over het belang van vloed- en ebscharen bij de ontwikkeling van de Vlaamse Banken verder aan.

De variabiliteit in de sedimentbeweging en in de hoogteverandering wijst erop dat men voldoende frequent en voldoende lang bathymetrische opnames moet uitvoeren om tijdsreeksen te bekomen die toelaten om op overtuigende wijze de geomorfologische risico's in te schatten.

Er zijn duidelijke aanwijzingen dat de zandwinning op de Kwintebank de natuurlijke herstelmogelijkheden overschreden heeft.

Het bestaan van risicozones rond banken kan de interpretatie van seismogrammen inspireren, dat van een maintenance mechanisme de verklaring van de bankgenese vooruit helpen.

52. HOUBOLT, J. (1968). *Recent sediments in the Southern Bight of the North Sea*. In : *Geologie en Mijnbouw*, 47(4), pp. 245-273.

53. CASTON, V. (1972). *Linear Sandbanks in the Southern North Sea*. In : *Sedimentology*, 18, pp. 63-78.

54. KENYON, N., BELDERSON, R., STRIDE, A. & JOHNSON, M. (1981). *Offshore Tidal Sand-Banks as Indicators of Net Sand Transport and as Potential Deposits*. In : NIO, S., SCHUTTENHELM R. & VAN WEERING, T. (Ed.) : *Holocene Marine Sedimentation in the North Sea Basin*. International Association Sedimentologists, Special Publication, 5, London, Blackwell, pp. 257-268, 8 fig.

55. MCCAVE I. & LANGHORNE, D (1982). *Sand Waves and Sediment Transport around the End of a Tidal Sand Bank*. In : *Sedimentology*, 29, pp. 95-110.

56. BASTIN, A. (1974). *Regionale sedimentologie en morfologie van de Zuidelijke Noordzee en van het Schelde estuarium*. Leuven, Katholieke Universiteit Leuven, Faculteit Wetenschappen, 91 p., 72 fig., 14 tab.

BIBLIOGRAPHIE

- ADMIRALTY. (1965). *Admiralty Manual of Hydrographic Survey*. London, Hydrographer of the Navy, vol. 1, 671 p., numerous fig., tabl. & maps.
- BALSON, P.S. (2000). *Holocene Evolution of the Norfolk Banks*. In : Trenteseau A. & Garlan, T.(Ed.) : *Marine Sandwave Dynamics*. Lille, University of Lille, Proceedings International Workshop, pp.7.
- BELDERSON, R., KENYON, N., STRIDE, A. & STUBBS, R. (1983). *Sonographs of the Sea Floor. A Picture Atlas*. Amsterdam, Elsevier, 1983, 163 p.
- BOWDITCH, N (1977-81). *American Practical Navigator*. Wasinghton, Defence Mapping Agency, Hydrographic Center, vol. I (1977), 1386 p. numerous fig., tabl. & maps ; vol.II (1981), 961 p., numerous fig. & tabl.
- BASTIN, A. (1974). *Regionale sedimentologie en morfologie van de Zuidelijke Noordzee en van het Schelde estuarium*. Leuven, Katholieke Universiteit Leuven, Faculteit Wetenschappen, 91 p., 72 fig., 14 tab.
- BERNÉ, S. (2000). *Architecture, Dynamics and Preservation of Marine Sandwaves (Large Dunes)*. In : TRENTESAU, A. & GARLAN, T (Ed.) : *Marine Sandwave Dynamics*. Lille, University of Lille, Proceedings International Workshop, pp. 25-28, 2 fig.
- BERNÉ, S. TRENTESAU, A., STOLK A., MISSIAEN, T. & DE BATIST, M. (1994). *Architecture and Long Term Evolution of a Tidal Sandbank : the Middelkerke Bank (Southern North Sea)*. In : *Marine Geology*, 121, 57-72.
- CARPENTIER, R. (1980). *Voorlopig proces verbaal betreffende de resultaten van de boring uitgevoerd op de Kwintebank vòòr de kust van Nieuwpoort*. (Onuitgegeven verslag). Zwijnaarde, Rijksinstituut voor Grondmechanica, 3 p., 2 bijlagen.
- CASTON, V. (1972). *Linear Sandbanks in the Southern North Sea*. In : *Sedimentology*, 18, pp. 63-78.
- CODDE, R. & DE KEYSER, L. (1967). *Noordzee, Kust / Scheldemonding, ZeeSchelde*. Brussel, Nationaal Comité voor Geografie, Atlas van België, plaat 18 A / 18 B, Toelichtende tekst, 60 p., 12 fig., 15 tab.
- DE BATIST, M., TRENTESAU, A., MISSIAEN, T. & BERNÉ, S. (1994). *Large Scale Internal Structure of the Middelkerke Bank*. In : De Moor, G. (Ed.) : *Relationship between Sea Floor Currents and Sediment Mobility in the Southern North Sea*. (Onuitgegeven verslag). Brussels, EC-DG XII, Project MAST 1 RESECUSED, Final Report, pp. 4-1/4-29, 16 fig.
- DE CEURT, F. & VAN CAUWENBERGHE, C. (1983). *Het radioplaatsbepalingssysteem TORAN „Belgische kust en aangrenzend gebied”*. In : *Tijdschrift der Openbare Werken van België*, 1983 (3).
- DE MOOR, G. (1984). *Morfodynamiek en sedimentdynamiek rond de Kwintebank*, (Onuitgegeven verslag), Brussel, Ministerie Economische Zaken, Vol. I (219 p.), II (71 p.), III (65 p.), IV (39 p.), V (36 p.).
- DE MOOR, G. (1985). *Shelf Bank Morphology off the Belgian Coast. Recent Methodological and Scientific Developments*. In : VAN MOLLE (Ed.) : *Recent Trends in Physical Geography, Liber Amicorum L. Peeters*. Brussel, Study Series Vrije Universit. Brussel, New Ser. 20, pp. 47-90, 24 fig.

- DE MOOR, G. (1985). *Present Day Morphodynamics on the Kwinte Bank and their Meaning for the Evolution of the Flemish Banks*. In : VAN GRIEKEN, R. & WOLLAST, R (Ed.) : *Progress in Belgian Oceanographic Research*, Brussels, Royal Academy of Belgium, National Committee of Oceanolgy, 55-73, pp. 102-113, 5 fig.
- DE MOOR, G. (1986). *Geomorfologisch onderzoek op het Belgisch kontinentaal plat*. In : *Tijdschrift van de Belgische Vereniging voor Aardrijkskundige Studies*, 55, pp. 133-174, 11 fig.
- DE MOOR, G. (1989). Maintenance on the Flemish Banks. In : J-P. HENRIET, G. DE MOOR & M. DE BATIST (Eds.) : *Tertiary and Quaternary Geology of the Southern Bight*. Brussels. Ministry Economic Affairs, pp. 185-216, 17 fig.
- DE MOOR, G. (1991). *Developments in Sea Floor Research*. In : *Marine Research in Flanders*, Ostend, Instituut voor Zeewetenschappelijk Onderzoek, pp.14-28.
- DE MOOR, G. (1993). *Morfologische en sedimentologische impact van de zandontginningen*. In : L. RZONZEF (Ed.) : *Effekten op het marien leefmilieu van de zand- en grindwinningen op het Belgisch kontinentaal plat*. Brussel, Annalen der Mijnen België, 1993(2), pp. 16-24, 5 fig.
- DE MOOR, G. (1996). *Comparative Morphodynamics of the Middelkerke Bank and the Opposite Beaches along the Belgian Coast, 1992-1995*. (Onuitgegeven verslag), Brussel, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 39 p., 29 fig.
- DE MOOR, G., DE MAEYER, PH., ROTTHIER, R. & DE DECKER M.(1981). *Residual Effects of Multidirectional Movements with an Application to Coastal Processes*. In : *Colloque sur les méthodes quantitatives en Géographie*. Liège, Université de Liège, pp. 33-45.
- DE MOOR, G. & LANCKNEUS, J. (1989). *Acoustic Teledetection of Sea-Bottom Structures in the Southern Bight*. In : *Société belge de Géologie*, 97 (2), pp. 199-210.
- DE MOOR, G., & LANCKNEUS, J. (1990). *Stabilité et apports de sédiments sur les Bancs de Flandre*. In : *Annales Société géologique du Nord*, CIX, pp. 129-139, 13 fig.
- DE MOOR, G. & LANCKNEUS, J. (1991). *Zand- en grindwinning op het Belgisch kontinentaal plat en monitoring van de eventuele gevolgen voor de bodemstabiliteit*. In : *Colloquium Oppervlaktedelfstoffenproblematiek in Vlaanderen*. Gent, Universiteit Gent, Genootschap Gentse Geologen,. Proceedings, pp. 188-214, 20 fig.
- DE MOOR, G. & LANCKNEUS, J. (1994). *Eindverslag Project Westbank II*. (Onuitgegeven rapport), Brussel, Ministerie Economische Zaken, Dienst der Mijnen, deel I (tekst), 168 p., 102 fig., 20 tab., Bijlagen II-V.
- DE MOOR, G. & LANCKNEUS, J. (1994). *Eindverslag Project Gootebank*. (Onuitgegeven rapport), Brussel, Ministerie Economische Zaken, Dienst der Mijnen, deel I (tekst), 160 p., 97 fig., 17 tab., Bijlagen II-V.
- DE MOOR, G., LANCKNEUS, J. e. a. (1994). *Map of the Middelkerkebank, Southern North Sea*. EC, DGXII, project MAST I, RESECUSED, Gent, Laboratorium Fysische Geografie (RUG), 1 krt.
- DE MOOR, G., LANCKNEUS, J., BERNÉ, S., CHAMLEY, H., DE BATIST, M., DE PUTTER, B., MARSET, T., VAN SIELEGHEM, J., STOLK, A., TERWINDT, J. & VINCENT, C. (1993). *Sediment Transport and Bedform Mobility in a Sandy Shelf Environment*. In : BARTHEL K., BOHLE-CARBONEL M., FRAGAKIS, C. & WEYDERT, M. (Ed.) : *Marine Sciences and Technologies*.. Brussels, EG-DG XII, Project Report, Vol. 1, pp. 209-211.

- DE MOOR, G., LANCKNEUS, J., DE SCHAEPMEESTER, G. & LIBEER, L. (1989). *Acoustic Teledetection of Shelf Bedforms and their Meaning for Sediment Dynamics*. De Haag, International Commission Exploration of the Seas, Hydrography Committee, CM 1989/C :47, pp. 1-19, 8 fig.
- DE MOOR, G., LANCKNEUS, J., VAN OVERMEIRE, PH., VAN DEN BROECK, P. & MARTENS, E. (1989). *Volumetric Analysis of Residual Sediment Migrations on Continental Shelf Sand Banks in the Southern Bight (North Sea)*. De Haag, International Commission Exploration of the Seas, Hydrography Committee, CM 1989/C 43, pp. 1-25, 15 fig.
- DRAAISMA, Y., DE MEESTER, J.J., MULDER, J.H. & SPAANS, J.A. (1979-82) *Leerboek Navigatie*. De Boer Maritiem, Deel 1, 246 p. fig. tab. ; Deel 2, 219 p., fig., tab..
- FLEMMING, B. W. (1976). *Guide pratique du sonar latéral*. In : *Revue Hydrographique Internationale*, 53 (1), 73-96, 10 fig.
- GAO, S., COLLINS, M.B., LANCKNEUS, J., DE MOOR, G. & VAN LANCKER, V. (1994). *Grain Size Trends Associated with Net Sediment Transport Patterns : an Example from the Belgian Continental Shelf*. In : *Marine Geology*, 121, pp. 171-185.
- HENNINGS, I., LURIN, B., VERNEMMEN, C. & VANHESSCHE, U. (2000). On the Behaviour of Hydramic Processes Due to the Presence of Submarine Sandwaves. In : TRENTESAU A. & GARLAN, T.(Ed.) : *Marine Sandwave Dynamics*. Lille, University of Lille, Proceedings International Workshop, pp. 85-92, 5 fig.
- HEYSE, I. & VAN WEZENBEECK, V. (1996). *Chronosequential Side Scan Sonar Recordings on the Middelkerke Bank*. In : I. HEYSE & G. DE MOOR (Ed) : *Sediment Transport and Bedform Mobility in a Sandy Shelf Environment*. (Onuitgegeven verslag). Brussels, EC, DG XII, Project Mast 2, STARFISH, Final Report, pp. 10.1-10.22, 9 fig.
- HOUBOLT, J. (1968). *Recent Sediments in the Southern Bight of the North Sea*. In : *Geologie en Mijnbouw*, 47(4), pp. 245-273.
- HOUTHUYS, R. (1994). *Impact of a Storm Period on the Middelkerke Bank*. In : G. DE MOOR (Ed.) : *Relationship between Sea Floor Currents and Sediment Mobility in the Southern North Sea..* Brussels, EC-DG XII, Final Report Project MASTt-0025-C, pp. 4.1-4.29, 16 fig.
- HOUTHUYS, R. (1996). Chronosequential Depth Measurements in Very Shallow Waters by Hovercraft : Recording and Processing. In I. HEYSE & G. DE MOOR (Ed.) : *Sediment Transport and Bedform Mobility in a Sandy Shelf Environment*. (Onuitgegeven verslag). Brussels, EC, DG XII, Project MAST 2, STARFISH, Final Report, pp. 5-1/5-25, 15 fig.
- HOUTHUYS, R., TRENTESAU, A. & DE WOLF, P. (1994). *Storm Influences on a Tidal Sandbank's Surface, Middelkerke Bank, Southern North Sea*. In : *Marine Geology*, 121, pp. 23-41.
- HJULSTRÖM, F. (1935). *Studies of the Morphological Activity of Rivers as Illustrated by the River Frys*. In : *Bulletin Geological Institute University . Uppsala*, 25, pp. 221-527.
- INGHAM, A. E. (1992). *Hydrography for the Surveyor and the Engineer*. London, Granada Technical Books.
- Internationale Kaartserie Noordzee. (1992). *Frans-Belgische Kust van Duinkerke tot Oostende. Schaal 1:60.000. INT 1480/102*. Brussel, Ministerie Vlaamse Gemeenschap, Hydrografische Dienst der Kust

- KENYON, N., BELDERSON, R., STRIDE, A. & JOHNSON, M. (1981). *Offshore Tidal Sandbanks as Indicators of Net Sand Transport and as Potential Deposits*. In : NIO, S., SCHÜTTENHELM R. & VAN WEERING, T. (Ed.) : *Holocene Marine Sedimentation in the North Sea Basin*, International Association Sedimentologists, Special Publication 5, London, Blackwell, pp. 257-268, 8 fig.
- LANCKNEUS, J.(1989). *A Comparative Study of Some Characteristics of Superficial Sediments on the Flemish Banks*. In : J-P. HENRIET, G. DE MOOR & M. DE BATIST (Ed.) : *Tertiary and Quaternary Geology of the Southern Bight*. Brussels, Ministry Economic Affairs, pp. 229-241, 18 fig., 7 tab.
- LANCKNEUS, J. & DE MOOR, G. (1991). *Present Day Evolution of Sandwaves on a Sandy Shelf Bank in the Southern Bight*. In : *Oceanologica Acta*, Special Volume n° 11, pp. 123-127, 5 fig.
- LANCKNEUS, J. & DE MOOR, G. (1994). *Evolution of Large Dunes*. In : G. DE MOOR (Ed.) : *Relationship between Sea Floor Currents and Sediment Mobility in the Southern North Sea*. (Onuitgegeven verslag). Brussels, EC-DG XII, Project MAST 1, RESCUSED, Final Report, pp. 9-1/9-22, 17 fig.
- LANCKNEUS, J., DE MOOR, G., DE SCHAEPMEESTER, G., MEYUS, I. & SPIERS V. (1992). *Residual Sediment Transport Directions on a Tidal Sandbank. Comparison of the "MacLaren Model" with Bedform Analysis*. In : Tijdschrift van de Belgische Vereniging voor Aardrijkskundige Studies, 1992(2), pp. 413-424, 7 fig.
- LANCKNEUS, J., DE MOOR, G., VANDELDELDE, L., DE WINNE, E., SANDOZ ALMAZO, I. & GARRIDO MARTIN, T. (1993). *Morphodynamics and Sedimentdynamics in the Southern Bight*. In : J. NIHOUL (Ed.) : *Progress in Belgian Oceanographic Research*. Brussels, Royal Academy of Belgium, National Committee of Oceanology, pp. 55-73, 9 fig.
- LANCKNEUS, J., DE MOOR, G. & STOLK, A. (1994). *Environmental Setting, Morphology and Volumetric Evolution of the Middelkerke Bank (Southern North Sea)*. In : *Marine Geology*, 121, pp. 1-21, 13 fig.
- LANGHORNE, D.N. (1982). *The Stability of the Top Metre of the Sea Bed. Its Importance to Engineering and Navigational Projects*. In : *International Hydrographic Review*, LIX (2).
- LIU, A.C., MISSIAEN, T. & HENRIET, J.-P. (1992). *The Morphology of the Top-Tertiary Erosian Sea Floor in the Belgian Sector of the North Sea*. In : *Marine Geology*, 105, pp. 275-284.
- MCCAVE I. & LANGHORNE, D (1982). *Sand Waves and Sediment Transport around the End of a Tidal Sandbank*. In : *Sedimentology*, 29, pp. 95-110.
- MAERTENS, D. (1988). *The Western Sand Extraction Area on the Belgian Continental Shelf*. De Haag, International Commision Exploration of the Seas, Hydrography Committee, C.M. 1988/E : 2, 42 p., 13 fig.
- MILLS, C. (2000). *Assessment of the Impact of Changes in Bathymetry on the Safety of Navigation ; the UKHO Experience*. In : TRENTESAU A. & GARLAN, T.(Ed.) : *Marine Sandwave Dynamics*. Lille, University of Lille, Proceedings International Workshop, 127-129
- MOSTAERT, F., AUFFRET, J.P., DE BATIST M., HENRIET, J.-P., MOONS, A., SEVENS, E., VAN DEN BROEKE I. & VERSCHUREN, M. (1989). *Quaternary Shelf Deposits and Drainage Patterns off the French and Belgian Coasts*. In : J.-P. HENRIET, G. DE MOOR &

- M. DE BATIST (Ed.) : *Tertiary and Quaternary Geology of the Southern Bight*. Brussels, Ministry Economic Affairs, pp. 111-118, 2 fig.
- REDDING, J.H., (2000). *Experimental Manipulation of Sandwaves to Reduce their Navigation Hazard Potential, Jade Shipping Channel, N. Germany*. In : TRENTESAU A. & GARLAN, T.(Ed.) : *Marine Sandwave Dynamics*. Lille, University of Lille, Proceedings International Workshop, pp. 169-176.
- SHANNON, J. (1999) *The Sea from Space. Practical Applications of Satellite Derived Data*. In : *Hydro International*, 3(2).
- SONNENBERG, G.J. (1975). *Elektronische navigatiemiddelen*. Culemborg, STAM Technische Boeken, 361 p.
- STOLK, A. (1993). *Hydrodynamics and Suspended Load : Shipborn Tidal Cycle and Stand-Alone Frame Measurements*. In : DE MOOR G. (Ed.) : *Sediment Mobility and Morphodynamics of the Middelkerkebank*, (Onuitgegeven verslag), EC, DGXII, project MAST I, RESECUSED, Final Report, pp. 7/1-7/17, 11 fig.
- STOLK, A. (2000). *The Role of Sandwaves in the Management of the Netherlands Continental Shelf*. In : TRENTESAU A. & GARLAN, T. (Ed.) : *Marine Sandwave Dynamics*. Lille, University of Lille, Proceedings International Workshop, pp. 199-200.
- STRIDE, A. (1982). *Offshore Tidal Sands. Processes and Deposits*. London, Chapman & Hall, 222 p., 89 fig., 13 tab., 2 app.
- STRIDE, A. (1989). *Modern Deposits, Quasi-Deposits and Some Holocene Sequences in the Southern Bight, North Sea*. In : J.-P. HENRIET, G. DE MOOR & M. DE BATIST (Ed.) : *Tertiary and Quaternary Geology of the Southern Bight*. Brussels, Ministry Economic Affairs, pp. 149-159, 1 fig.
- TEUNISSEN P. (1991). *Differential GPS : Concepts and Quality Control*. Amsterdam, Netherlands Institute of Navigation, Invited lecture, 45 p., 16 fig. 6 fig., 6 tab.
- TYTGAT, J. (1989). *Dynamics of Gravel in the Superficial Sediments of the Flemish Banks, Southern North Sea*. In J.-P. Henriet, G. DE MOOR & M. DE BATIST (Ed.) : *Tertiary and Quaternary Geology of the Southern Bight*. Brussels, Ministry Economic Affairs, pp. 217-228, 7 fig.
- TRENTESAU, A., BERNÉ, S., DE BATIST, M. & CHAMLEY, H. (1993) *Architecture interne d'un banc sableux de la Mer du Nord méridionale*. In : *Comptes Rendus Académie Sciences Paris*, t. 316, sér. II, pp. 99-106, 3 fig.
- TRENTESAU, A., STOLK, A., TESSIER, B. & CHAMLEY, H. (1994). *Surficial Sedimentology of the Middelkerke Bank (Southern North Sea)*. In : *Marine Geology*, 121, pp. 43-55.
- VAN CAUWENBERGHE, C. (1971). *Hydrografische analyse van de Vlaamse Banken langs de Belgisch-Franse kust*. In : *Het Ingenieursblad*, 40 (19), pp. 563-571, 7 fig.
- VAN CAUWENBERGHE, C. (1977). *Overzicht van de tijwaarnemingen langs de Belgische kust voor Oostende (1941-1970) en voor Zeebrugge en Nieuwpoort (1959-1970)*. In : *Tijdschrift Openbare Werken België*, n° 4, pp. 1-12, 21 tab, 5 fig.
- VAN CAUWENBERGHE, C. (1992). *Noordzee-Vlaamse Banken. Stroomatlas 1992*. Oostende, Dienst der kusthavens, Hydrografie. 24 krt.
- VAN CAUWENBERGHE, C. (1993). *Overzicht van de tijwaarnemingen langs de Belgische kust. Periode 1981-1990 voor Nieuwpoort, Oostende en Zeebrugge*. Oostende, Hydrografische Dienst. Rapport n° 40, pp. 1-14, 21 tab., 3 fig.
- VAN CAUWENBERGHE, C. (1996). *Chronosequential Multibeam Echosounding by Vessel : Recording and Processing*. In I. HEYSE & G. DE MOOR (Ed) : *Sediment Transport*

- and Bedform Mobility in a Sandy Shelf Environment*. Brussels, EC, DG XII, Project MAST 2, STARFISH, Final Report, pp. 5-1/ 5-18, 13 ann.
- VAN CAUWENBERGHE, C. (2000). *Relative Sea Level Rise along the Belgian Coast : Analyses and Conclusions with Respect to the High Water, the Mean Sea and the Low Water Level*. In : *Hydrographic Journal*, 97, pp. 7-11, 5 tab., 7 fig.
- VAN CAUWENBERGHE, C. (2000). *Interrelationship between Hydrography, Sedimentology and Modelling*. In : TRENTESAU A. & GARLAN, T.(Ed.) : *Marine Sandwave Dynamics*. Lille, University of Lille, Proceedings International Workshop, pp. 201-204.
- VAN CAUWENBERGHE, C. (2001). *Hydrografie*, (onuitgegeven cursus), Oostende, K.H.B.O.
- VAN CAUWENBERGHE, C., DEKKER, L. & SCHURMAN, A. (1987). *M2-tidal Reduction Method for Coastal Zones*. Amsterdam, Hydrographic Society, Workshop on Tidal Reduction Methods, pp. 1-5.
- VAN CAUWENBERGHE, C., DEKKER, L. & SCHURMAN, A. (1993). *M2 Tidal Reduction Method for Coastal Waters*. Oostende, Hydrografische Dienst. Rapport. n° 33, 12 p.
- VAN CAUWENBERGHE, C. & DENDUYVER, D. (1993). *Het radioplaatsbepalingssysteem Syledis langs de Belgische kust en aangrenzend gebied*. Oostende, Hydrografische Dienst der Kust, rapport n° 41, 22 p.
- VANDEVELDE, L., VERNEMMEN, C., DE MOOR, G. & JASPAR, A. (1994). *Detection of Sea-Bottom Topography with ERS-1 SAR.PTI Images on the Belgian Continental Platform.*, Toledo, First ERS-1 Pilot Project Workshop, pp. 303-308,, 6 fig., 1 photo, 3 tab.
- VAN VEEN, J. (1936). *Onderzoekingen in de Hoofden in verband met de gesteldheid der Nederlandsche Kust*. 's Gravenhage, Nieuwe Verh. Bataafsch Genootsch., 252 p., 148 fig.
- VLAEMINCK, I., HOUTHUYS, R. & GULLENTOPS, F. (1989). *A Morphological Study of Sandbanks off the Belgian Coast*. In G. Pichot (Ed.) : *Progress. Belgian Oceanographic Research*, Brussel, Management Unit Mathematical Model North Sea, pp. 179-195.
- VERSTEEG, H. A. (2000). *Tidal Reduction on Fairsheet Level*. *Hydro*, 4 (6), pp. 6-9, 3 fig.
- WENSINK, G.J., HESSELMANS, G.H.F.M., CALCOEN, C.J. & VOGELZANG A. (1996). *The Bathymetry Assessment System (BAS)*, *Hydro '96*, Tenth Biennial International Symposium of the Hydrographic Society, 2° session : New Technology, Proceedings.

BEDANKING

De auteur bedankt het Belgisch Ministerie voor Economie, de DG XII van de Europese Gemeenschap, het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, de Dienst Programmatie van het wetenschapsbeleid (D.P.W.B.), de Beheerseenheid Mathematisch Model Noordzee (B.M.M.N.) in Brussel en in Oostende, de Hydrografische Dienst der Kust te Oostende alsook de bevelhebbers en de bemanning van de schepen die deelgenomen hebben aan de opnames van de echogrammen en sonogrammen en de medewerkers en deelnemers aan de projecten Kwintebank (1980-84), O.O.A. I et O.O.A. II (1984-1989), Westbank (1985-87 ; 1989-1992 ; 1992-1994), Gootebank (1992-94), Mast (1989-92) , Starfish (1993-96) et Starco (1993-95).

BIJLAGE 1

Overzicht van de campagnes voor opname van echogrammen en sonogrammen op de Vlaamse Banken in de periode 1984-1995

Lijst opgemaakt op basis van de rol van opvarenden berustend bij de Beheers-
eenheid Mathematisch Model Noordzee en van de logboeken en trackplots berustend op
het Laboratorium Fysische Aardrijkskunde (RUG)

1984

Datum	Vaartuig	Bevelhebber	Hoofdwetenschapper a/b
20.08.84 / 23.08.84	Belgica	R. Cops	
	Belgica	R. Cops	G. De Moor
	Belgica	R. Cops	

1985

Datum	Vaartuig	Bevelhebber	Hoofdwetenschapper a/b
10.02.85 / 11.02.85	Belgica	R. Cops	G. De Moor
28.05.85 / 31.05.85	Belgica	R. Cops	G. De Moor
05.06.85 / 06.06.85	Belgica	R. Cops	G. De Moor
22.06.85 / 26.06.85	Paster Pye	x	G. De Moor
09.09.85 / 13.09.85	Belgica	R. Cops	G. De Moor
25.11.85 / 29.11.85	Belgica	R. Cops	G. De Moor

1986

Datum	Vaartuig	Bevelhebber	Hoofdwetenschapper a/b
10.02.86 / 12.02.86	Belgica	x	G. De Moor
14.04.86 / 15.04.86	Belgica	x	G. De Moor
26.05.86 / 30.05.86	Belgica	x	G. De Moor
10.11.86 / 18.11.86	Belgica	x	G. De Moor
01.12.86 / 02.12.86	Belgica	x	G. De Moor

1987

Datum	Vaartuig	Bevelhebber	Hoofdwetenschapper
23.02.87 / 26.02.87	Belgica	x	G. De Moor
06.04.87 / 10.04.87	Belgica	x	G. De Moor
25.05.87 / 27.05.87	Belgica	R. Simpelaere	G. De Moor
23.11.87 / 27.11.87	Belgica	R. Simpelaere	G. De Moor
30.11.87 / 04/12.87	Belgica	R. Simpelaere	G. De Moor

1988

Datum	Vaartuig	Bevelhebber	Hoofdwetenschapper a/b
22.02.88 / 26.02.88	Belgica	R. Simpelaere	G. De Moor
21.03.88 / 22.03.88	Belgica	R. Simpelaere	J. Lanckneus
30.05.88 / 03.06.88	Belgica	L. Krott	J. Lanckneus
07.11.88 / 08.11.88	Belgica	L. Krott	G. De Moor
21.11.88 / 25.11.88	Belgica	L. Krott	G. De Moor

1989

Datum	Vaartuig	Bevelhebber	Hoofdwetenschapper a/b
15.02.89 / 22.02.89	Belgica	L. Krott	G. De Moor
16.05.89 / 18.05.89	Belgica	L. Krott	G. De Moor / J. Lanckneus
16.06.89 / 21.06.89	Belgica	L. Krott	G. De Moor
26.06.89 / 29.06.89	Belgica	L. Krott	G. De Moor
10.07.89 / 13.07.89	Belgica	L. Krott	G. De Moor
23.11.89 / 01.12.89	Belgica	L. Krott	G. De Moor / J. Lanckneus

1990

Datum	Vaartuig	Bevelhebber	Hoofdwetenschapper a/b
26.02.90 / 02.03.90	Belgica	L. Krott	G. De Moor
23.03.90 / 24.03.90	Belgica	L. Krott	J. Lanckneus
14.05.90 / 18.05.90	Belgica	L. Krott	G. De Moor
06.06.90 / 08.06.90	Belgica	L. Krott	G. De Moor
16.07.90 / 20.07.90	Belgica	L. Krott	G. De Moor
17.10.90 / 19.10.90	Belgica	L. Krott	J. Lanckneus
12.11.90 / 16.11.90	Belgica	L. Krott	G. De Moor

1991

Datum	Vaartuig	Bevelhebber	Hoofdwetenschapper a/b
25.02.91/28.02.91	Belgica	L. Krott	G. De Moor
29.04.91/08.05.91	Belgica	L. Krott	J. Lanckneus
07.05.91/08.05.91	Belgica	L. Krott	G. De Moor
17.06.91/19.06.91	Belgica	F. Smagghe	G. De Moor
01.07.91/05.07.91	Belgica	F. Smagghe	G. De Moor
15.07.91/19.07.91	Ter Streep	x	G. De Moor
16.09.91/17.09.91	Belgica	F. Smagghe	G. De Moor
20.11.91/22.11.91	Belgica	F. Smagghe	G. De Moor
02.12.91/06.12.91	Belgica	F. Smagghe	J. Lanckneus

1992

Datum	Vaartuig	Bevelhebber	Hoofdwetenschapper a/b
03.03.92 / 10.03.92	Belgica	F. Smagghe	J. Lanckneus
05.04.92 / 06.04.92	Belgica	F. Smagghe	G. De Moor
04.05.92 / 07.05.92	Belgica	F. Smagghe	G. De Moor
10.06.92 / 11.06.92	Belgica	F. Smagghe	J. Lanckneus
05.07.92 / 10.07.92	Belgica	F. Smagghe	J. Lanckneus
07.09.92 / 09.09.92	Belgica	F. Smagghe	J. Lanckneus
19.10.92 / 27.10.92	Belgica	F. Smagghe	J. Lanckneus
30.11.92 / 04.12.92	Belgica	F. Smagghe	J. Lanckneus
21.12.92 / 23.12.92	Belgica	F. Smagghe	De Schaepmeester

1993

Datum	Vaartuig	Bevelhebber	Hoofdwetenschapper a/b
22.02.93 / 25.02.93	Belgica	F. Smagghe	G. De Moor
10.05.93 / 14.05.93	Belgica	F. Smagghe	G. De Moor
16.06.93 / 18.06.93	Belgica	F. Smagghe	J. Lanckneus
13.07.93 / 18.07.93	Ter Streep	x	J. Lanckneus
06.09.93 / 17.09.93	Belgica	F. Smagghe	G. De Moor / J. Lanckneus
11.10.93	Ter Streep	x	J. Lanckneus
15.10.93	Ter Streep	x	J. Lanckneus
25.10.93 / 29.10.93	Ter Streep	R. Beulen	G. De Moor
08.11.93 / 12.11.93	Belgica	R. Beulen	G. De Moor
13.12.93 / 17.12.93	Belgica	R. Beulen	G. De Schaepmeester

1994

Datum	Vaartuig	Bevelhebber	Hoofdwetenschapper a/b
07.02.94 / 11.02.94	Belgica	R. Beulen	G. De Moor
28.02.94 / 04.03.94	Belgica	R. Beulen	J. Lanckneus
09.05.94 / 11.05.94	Belgica	R. Beulen	J. Lanckneus
14.09.94 / 18.09.94	Belgica	R. Beulen	G. De Moor
26.09.94 / 27.09.94	Belgica	R. Beulen	G. De Moor
16.11.94 / 18.09.94	Belgica	R. Beulen	I. Heyse
12.12.94 / 16.12.94	Belgica	R. Beulen	I. Heyse

1995

Datum	Vaartuig	Bevelhebber	Hoofdwetenschapper a/b
08.02.95 / 11.02.95	Belgica	R. Beulen	G. De Moor
06.06.95 / 09.06.95	Belgica	R. Beulen	I. Heyse

BIJLAGE 2

Vlaamse Banken - Referentiewaarden Banktop

Lijst van referentiewaarden voor het eenheidsvolume van de banktop langs verschillende referentielijnen voor de periode 1987-94, van de overeenkomstige gemeten waarden in 1998 en van de dichtstbij gelegen gemeten waarden voor het corresponderend eenheidsvolume in de periode 1987-94.

OOSTDYCKBANK BANKTOP

Referentie-profiel	Grensvlak (mH)	Lengte 1988 (m)	Referentie eenheidsvolume 1987-94 (m³/m)	Einheidsvolume juni 1998 (m³/m)	Dichtste gemeten eenheidsvolume (1987-94) (m³/m)	Aantal profielen (1987-94)
rG 21.0	-17.5	545	528	-	-	17
rG 20.0	-12.5	860	2320	1696	1713	18
rG 19.0	-12.5	927	2211	1748	1835	22
rG 18.0	-12.5	845	1735	1618	1622	23
rG 17.0	-12.5	1050	2318	2081	2026	21
rG 16.0	-12.5	1080	3897	3469	3395	26
rG 12.0	-10.0	1660	3817	-	-	17
rG 11.0	-10.0	2060	6949	-	-	14

BUITENRATELBANK BANKTOP

Referentie-profiel	Grensvlak (mH)	Lengte 1988 (m)	Referentie eenheidsvolume 1987-94 (m³/m)	Einheidsvolume juni 1998 (m³/m)	Dichtste gemeten eenheidsvolume (1987-94) (m³/m)	Aantal profielen (1987-94)
rG 23.0	-20.0	3255	246	-	-	21
rG 22.0	-17.5	836	364	350	353	26
rG 21.0	-15.0	827	1086	1089	1087	27
rG 20.0	-12.5	713	635	376	416	24
rG 19.0	-10.0	987	494	498	498	27
rG 18.0	-10.0	1345	2163	2007	2014	24
rG 17.0	-10.0	650	2747	2648	2649	25
rG 16.0	-7.5	882	1161	1106	1146	26
rG 12.0	-7.5	1530	1932	-	-	17
rG 11.0	-7.5	1350	2728	-	-	13

KWINTEBANK BANKTOP

Referentie-profiel	Grensvlak (mH)	Lengte 1988 (m)	Referentie eenheidsvolume 1987-94 (m³/m)	Einheidsvolume juni 1998 (m³/m)	Dichtste gemeten eenheidsvolume (1987-94) (m³/m)	Aantal profielen (1987-94)
rH 02.0	-15.0	182	193	178	179	34
rH 01.0	-15.0	405	226	353	352	46
rH 00.0	-15.0	932	903	1743	1547	64
rG 23.0	-12.5	340	241	304	318	41
rG 22.0	-12.5	380	543	435	439	36
rG 21.0	-12.5	1150	5322	1165	4396	32
rG 20.0	-12.5	1130	5129	4480	4615	32
rG 19.0	-12.5	1450	7630	7430	7482	32
rG 18.0	-12.5	1980	9508	8774	8792	32
rG 17.0	-12.5	1850	4960	7593	6152	29

MIDDELKERKEBANK BANKTOP

Referentie-profiel	Grensvlak (mH)	Lengte 1988 (m)	Referentie eenheidsvolume 1987-94 (m³/m)	Einheidsvolume juni 1998 (m³/m)	Dichtste gemeten eenheidsvolume (1987-94) (m³/m)	Aantal profielen (1987-94)
rH 02.0	-10.0	70	220	-	-	33
rH 01.0	-10.0	400	545	-	-	34
rH 00.0	-10.0	500	305	-	-	31
rG 23.0	-10.0	530	513	-	-	25
rG 22.0	-10.0	1300	185	-	-	26
rG 21.0	-10.0	1630	3490	-	-	14
rG 20.0	-10.0	1730	3344	-	-	26
rG 19.0	-10.0	1110	562	-	-	23
rG 18.0	-12.5	1200	3319	-	-	11

BIJLAGE 3

Vlaamse Banken - Referentiewaarden Geulbodem

Lijst van referentiewaarden voor het eenheidsvolume van de geulbodem langs verschillende referentielijnen voor de periode 1987-94, van de overeenkomstige gemeten waarden in 1998 en van de dichtstbij gelegen gemeten waarden voor het correponderend eenheidsvolume in de periode 1987-94.

RATELGEUL GEULBODEM

Referentie-profiel	Grensvlak (mH)	Lengte 1988 (m)	Referentie eenheidsvolume 1987-94 (m³/m)	Eenheidsvolume juni 1998 (m³/m)	Dichtste gemeten eenheidsvolume (1987-94) (m³/m)	Aantal profielen (1987-94)
rG 22.0	-	-	-	-	-	-
rG 21.0	-25.0	2760	629	-	-	17
rG 20.0	-25.0	2960	7703	-	-	22
rG 19.0	-25.0	2900	6071	-	-	23
rG 18.0	-25.0	2430	5402	-	-	25
rG 17.0	-22.5	4350	10948	-	-	24
rG 16.0	-22.5	4890	10935	-	-	22
rG 12.0	-22.5	2970	7166	-	-	12
rG 11.0	-22.5	2690	5388	-	-	12

KWINGTEGEUL GEULBODEM

Referentie-profiel	Grensvlak (mH)	Lengte 1988 (m)	Referentie eenheidsvolume 1987-94 (m³/m)	Eenheidsvolume juni 1998 (m³/m)	Dichtste gemeten eenheidsvolume (1987-94) (m³/m)	Aantal profielen (1987-94)
rG 23.0	-23.0	1570	4709	-	-	18
rG 22.0	-20.0	2750	9006	-	-	26
rG 21.0	-20.0	2420	8301	-	-	22
rG 20.0	-22.5	1750	2351	-	-	24
rG 19.0	-22.5	1750	2831	-	-	25
rG 18.0	-22.5	1820	2726	-	-	25
rG 17.0	-22.5	1650	404	-	-	22

NEGENVAAM GEULBODEM

Referentie-profiel	Grensvlak (mH)	Lengte 1988 (m)	Referentie eenheidsvolume 1987-94 (m³/m)	Eenheidsvolume juni 1998 (m³/m)	Dichtste gemeten eenheidsvolume (1987-94) (m³/m)	Aantal profielen (1987-94)
rH 02.0	-20.0		7738	-	-	31
rH 01.0	-20.0		5048	-	-	37
rH 00.0	-20.0		2490	-	-	34
rG 23.0	-17.5	2230	7197	-	-	23
rG 22.0	-20.0	1340	1383	-	-	27
rG 21.0	-15.0	2000	4255	-	-	23
rG 20.0	-15.0	1760	4656	-	-	30
rG 19.0	-15.0	1300	1845	-	-	24
rG 18.0	-12.5	1390	2637	-	-	15

BIJLAGE 4

Korte historiek van het onderzoekswerk op de Noordzee uitgevoerd in 1980-1995 door het Laboratorium voor Fysische Geografie (RUG)

Bij het onderzoek naar de geomorfologische risico's op de Vlaamse Banken in de periode 1985-1995 is gebruik gemaakt van het gegevensbestand inzake echogrammen, sonogrammen, bijhorende positie- en navigatiegegevens en getijdekurven verworven binnen verschillende onderzoekings-projecten uitgevoerd aan het Laboratorium voor Fysische Geografie van de Universiteit Gent onder de leiding van Guy De Moor. Voor het verwerven van dit gegevensbestand zijn in de periodes 1980-1995 meer dan 100 campagnes (met een duur van 1 tot 14 dagen) uitgevoerd op het Belgisch Continentaal Plat. Hierdoor werden een aantal referentieprofielen door banken en geulen minstens 4 tot 6 maal per jaar opgenomen.

Het vertrekpunt van dit onderzoek was de vraag naar de weerslag van de zandwinnings in de concessiezone 2 (meer bepaald op de Kwintebank, de Buitenratel en de Oostdyck) op de bodemstabiliteit binnen het Belgisch Continentaal Plat, zoals die in 1980 geformuleerd werd door het federaal Ministerie van Economische Zaken.

In 1980 werd gestart met het pilootproject „KWINTEBANK” voor onderzoek gedurende de periode 1980-1983. Dit project was vooral gericht op de ontwikkeling van een operationele monitoringsprocedure van de bathymetrische en sedimentologische veranderingen. Het waarnemingswerk op zee bestond uit bathymetrische en side scan sonar opnames, uit bemonstering van oppervlakkige sedimenten en uit ondiepe reflectiesismiek terwijl ook een aantal trilboringen uitgevoerd werden. Dit terreinwerk werd uitgevoerd met vaartuigen van het type kustmijnveger (MSI). Occasioneel werd ook het hydrografisch schip „PASTER PYPE” ter beschikking gesteld (zie bijlage 1). In mei 1983 werd beroep gedaan op het extern gecharterd ondersteuningsvaartuig „ALKAÏD”. Gedurende deze aanloopperiode werden ook de laboratoriumuitrusting voor behandeling van sedimenten en vooral de computeruitrusting nodig voor de verwerking van de veldgegevens operationeel gemaakt. Grote aandacht ging naar de uitwerking van originele programmatuur voor de diverse verwerkingsprocedures vermits in die periode nog geen passende commerciële programmatuur beschikbaar was en naar de uitbouw van correctieprocedures. De terreinwaarnemingen werden uitgevoerd met een KRUPP echoloder, met een KLEIN 520 side scan sonar, met een ORE pinger terwijl voor de navigatie aanvankelijk alleen DECCA beschikbaar was maar later ook op TORAN kon beroep gedaan worden.

Vanaf 1984 werd nagenoeg uitsluitend gebruik gemaakt van het Belgisch Oceanografisch schip BELGICA dat uitgerust was met een HP600A computer en een specifieke programmatuur ODAS I waardoor digitale acquisitie van hoogfrequente navigatie- en dieptegegevens mogelijk werd. Vanaf 1984 is occasioneel gebruik gemaakt van het hydrografisch schip TER STREEP dat eveneens in 1984 in de vaart gekomen. Vanaf 1985 waren navigatie en positionering gebaseerd op SYLEDIS, terwijl voor bathymetrie een ATLAS DESO XX echoloder met golfcompensator TSS320B en voor de opname van sonogrammen een KLEIN 521 side scan sonar ingeschakeld werden. Hierdoor konden nauwkeurige navigatie en lodingen bekomen worden.

In 1988 heeft het federaal Ministerie voor Economische Zaken een nieuw project, „WESTBANK I”, toegekend voor voortzetting van de monitoring van de effecten van de zandwinnings in de concessiezone 2 over de periode 1989-1991. In de periode 1992-1995 kon de monitoring op het Belgisch Continentaal Plat voortgezet worden dank zij twee onderzoeksprojecten die het federaal Ministerie voor Economische Zaken in 1992 toegekend had, nl. het project „WESTBANK II” voor monitoring in de concessiezone 2 en het project „GOOTEBANK I”. Dit laatste was speciaal bedoeld om de morfodynamiek en de sedimentdynamiek in de concessiezone 1, waarin de Gootebank gelegen is, op te volgen.

Ondertussen heeft de Dienst voor Wetenschapsbeleid achtereenvolgens twee O.O.A-onderzoekingsprojecten „MARIENE GEOLOGIE” toegekend aan de Universiteit Gent, respectievelijk voor de periode 1985-1988 en voor de periode 1990-1995. Telkens heeft het Laboratorium voor Fysische Geografie (RUG) daarin het deelproject „Actuele Sedimentdynamiek” verzorgd. Die overbruggingsprojecten hebben toegelaten langdurige onderbrekingen in de bathymetrische tijdreeksen te vermijden. Tevens hebben ze de gelegenheid geboden verkennend onderzoek te verrichten in het centrale deel van de Noordzee (meer bepaald vòòr de kust van Noord-Engeland en op de Doggersbank) waar grotere diepten, een andere bodemtopografie en andere bodemsedimenten aangetroffen worden en waar dus bijkomende expertise kon opgedaan worden.

In 1990 heeft de Europese Gemeenschap binnen het programma MAST I (Marine Science and Technology) aan het Laboratorium voor Fysische Geografie (RUG) een project toegekend voor uitbreiding van het onderzoek naar de Middelkerkebank over de periode 1990-1993. Dit internationaal project „RESECUSED”, waarvan de coördinatie eveneens toevertrouwd werd aan Guy De Moor, was gewijd aan onderzoek naar het verband tussen sedimentbeweging en stromingen. Dit project werd uitgewerkt door een groep van Belgische, Franse, Nederlandse en Britse onderzoekseenheden. Het Laboratorium voor Fysische Geografie (RUG) heeft er meer speciaal de algemene bathymetrie, de morfodynamiek en de residuele sedimentdynamiek in onderzocht evenals de problematiek van de mobiliteit van zandgolven en megaribbels, hun functie in de bankopbouw en hun verband met de hydrodynamiek.

In 1992 heeft de Europese Gemeenschap binnen het programma MAST II aan dezelfde coördinator een verdere voortzetting van het onderzoek op de Middelkerkebank toevertrouwd voor de periode 1993-1995. Dit project „STARFISH” was evenwel veel ruimer, zowel geografisch als inhoudelijk. Het omvatte o.a. ook onderzoek in de Keltische Zee (meer bepaald op de Kaiser I-Hind bank) en in het Kanaal (meer bepaald op de Bassure de Baas), onderzoek naar actief suspensietransport met submariene platformen, snel bathymetrisch onderzoek met de Beasac in verband met stormeffecten, een begin van toepassing van de multibeam bathymetrische kartering, gedetailleerde stroomregistraties op verschillende punten en diepten op de Middelkerkebank, vergelijkend onderzoek naar de toepassing van de morfologische kenmerken van oppervlakkige sedimentaire structuren en van korrelgrootteparameterveranderingstrends in verband met de reconstructie van residuele transportpaden voor bodemladig, etc. Van Belgische zijde werd daaraan deelgenomen door het Laboratorium voor Fysische Geografie (RUG), door Eurosense, door het Renard Centre of Marine Geology (RUG) en door de Hydrografische Dienst der Kust. Van Nederlandse zijde werd meegewerkt door het Departement voor Fysische Geografie (Universiteit Utrecht) en door de Rijkswaterstaat, van Franse zijde door het Laboratoire de Dynamique Sédimentaire (Université des Sciences et Techniques de Lille I) en door Ifremer (Géosciences Marines), van Britse kant door de University of East Anglia (School of Environmental Sciences). Het Laboratorium voor Fysische Geografie van de RUG heeft binnen dit project de bovenvermelde monitoringen op de Middelkerkebank verder doorgezet.

In 1992 heeft het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap binnen de MAST acties aan het Laboratorium voor Fysische Geografie (RUG) een ondersteuningsproject toegekend voor de periode 1993-1996. Dit project werd vooral toegespitst op de problematiek van de sedimentverplaatsing in de kustnabije zone, op de mogelijke weerslag van de zandwinningen op de stabiliteit van de kustlijn tegenover de concessiezone 2 en ook aan methodologische problemen inzake de vergelijkbaarheid van sequentiële bathymetrische profielen.

De logistieke ondersteuning inzake vaartuigen werd hoofdzakelijk verzorgd door de Beheerseenheid van het Mathematisch Model Noordzee (BMMN). Voor onderzoek met de TER STREEP heeft de Hydrografische Dienst der Kust (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap) steun verleend. Deze beide diensten hebben zich bovendien ingezet om de meest recente uitrusting inzake nauwkeurige navigatie, positionering, dieptemeting, en data-acquisitie aan boord te implementeren en om regelmatig data in verband met getijden en stromingen aan te leveren.

BIJLAGE 5

Schematische voorstelling van de werking van een hyperbolisch radio-elektronisch plaatsbepalingsstelsel.

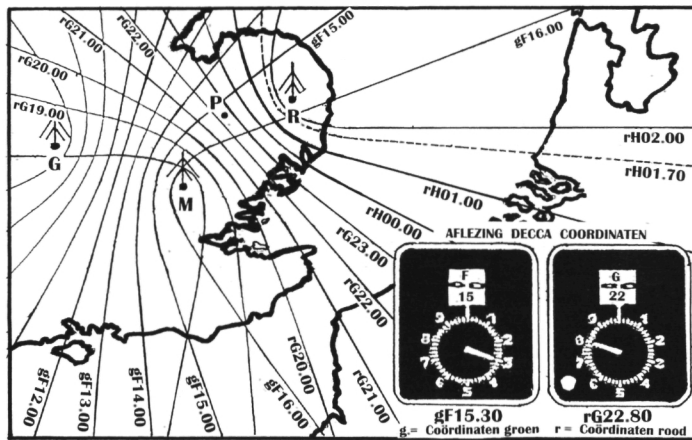
Het hyperbolisch radio-elektronisch navigatiesysteem berust op het principe dat een vlakke of, zoals in dit geval, een sferische hyperbool de meetkundige plaats is van alle punten die op een gelijk afstandsverschil tot twee vaste punten liggen. Alle punten van zo'n hyperbool zijn bijgevolg ook gelegen op een gelijk verschil in looptijd van twee radiogolven die synchroon vanuit twee vaste zendstations met stabiele golfkenmerken (golflengte, fase) uitgezonden worden. De ene zender is de hoofdzender („master”), de andere de volgzender („slave”) omdat zijn frequentie en zendfase door de eerste bepaald worden. Door het verschil in afstand of in looptijd te meten weet men dus op welke hyperbool men zich bevindt voor zover men die een identiteit toegekend heeft. In navigatietermen wordt die hyperbool dan een positielijn. Om de plaats van de waarnemer te definiëren als snijpunt van twee positielijnen zal men tegelijk de positie op een tweede positielijn en dus op een tweede hyperbool moeten vastleggen. Er zal dus een tweede subnet van snijdende hyperbolen nodig zijn. Het elementair hyperbolisch navigatiesysteem omvat dus minstens 3 zendstations die samen twee zendparen vormen en waarbij dezelfde zender als hoofdzender voor beide volgzenders functioneert. De netresolutie en dus de geometrische nauwkeurigheid van het net zullen des te beter zijn naargelang de afstand tussen twee opeenvolgende hyperbolen kleiner is en dus de golflengte kleiner, de zendfrequentie groter, de hoek tussen de beide hyperboolpatronen groter en de kromming van de hyperbolen kleiner. Die kromming neemt af naarmate de afstand tot de zendstations toeneemt, maar dan neemt de laanbreedte tussen twee hyperbolen wel toe.

De looptijden en hun verschil worden niet rechtstreeks gemeten. In de plaats daarvan wordt het faseverschil tussen de beide ontvangen radiogolven per zendpaar gemeten met een decometer. Technisch gezien gebeurt dit door de wisselende radiogolfenergie om te zetten in een elektronenstroom en vandaar in een sinusoidale wisselspanning. Indien beide zenders van elk zendpaar bij dezelfde frequentie en in fase uitzenden, komen de plaatsen waar het faseverschil tussen de wisselspanningen nul is overeen met het passeren van een nulfaseverschilhyperbool. Tussen twee opeenvolgende nulfaseverschilhyperbolen liggen hyperbolen met een faseverschil kleiner dan 1. Praktisch laat men de beide zenders van elk paar evenwel niet op dezelfde frequentie werken omdat zij anders bij ontvangst zouden resulteren in een niet te scheiden sinusoidale golf. De zendfrequenties vertonen wel een verschillende maar constante verhouding t.o.v. een hoofdfrequentie. Na ontvangst wordt frequentievermenigvuldiging toegepast waardoor beide zenders op dezelfde hoofdfrequentie in de ontvanger verwerkt worden. Voor het definiëren van de hyperboolidentiteit wordt een speciale procedure van zendfrequentiewisselingen toegepast.

De decometer wordt gecalibreerd om onmiddellijk de identiteit van de nulfaseverschilhyperbool weer te geven en de bijkomende decielen en centielen wanneer het faseverschil groter is dan nul. Het verloop van de nulfaseverschilhyperbolen wordt op de navigatiekaart gedrukt. Met behulp van de afgelezen waarden („systeemcoördinaten”) en zo nodig mits interpolatie tussen twee opeenvolgende nulfaseverschilhyperbolen kan dan de overeenkomstige positielijn voor elk van de beide zendparen afzonderlijk bepaald worden en op het snijpunt de plaats van de waarnemer gesitueerd.

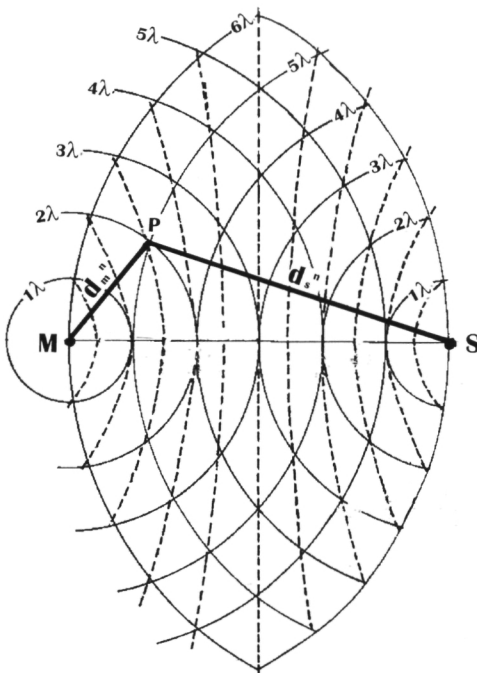
Een voorbeeld van een plaatsbepaling in DECCA coördinaten is P(rG21.00, gF45.00). De waarnemer bevindt zich op het snijpunt van de rode nulfaseverschil-hyperbool G21.00 met de groene nulfaseverschilhyperbool G45.00. Een punt met coördinaten P(rH01.50, gF45.50) bevindt zich halfweg tussen de nulfaseverschilhyperbolen rH1.00 en rH2.00 en tegelijk halfweg tussen de nulfaseverschilhyperbolen gF45.00 en gF46.00, d.w.z. op het snijpunt van de positiehyperbolen rH01.50 en gF45.50.

Bij geavanceerde radio-hyperbolische systemen leest men onmiddellijk de, naar geografische coördinaten getransformeerde waarden af. Dergelijke systemen werken op zeer hoge frequenties zodat de laanbreedte klein en de nauwkeurigheid groter worden. Dergelijke systemen zijn stabiel t.o.v. atmosferische storingen, maar hun draaagwijdte is kleiner. Bij meer geavanceerde systemen (zoals SYLEDIS) wordt er onmiddellijk aan de ontvanger een track plotter gekoppeld die toelaat de gevraagde weg op scherm te zien en geleidelijk de gevolgde weg te visualiseren. Een geïntegreerde left-right indicator laat dan toe onmiddellijk de afwijking tussen de gevraagde lijn en de gevaren weg op te volgen.



Schema van een radio-hyperbolisch Decca coördinatennet met twee zendparen.

M = Hoofdzender G = Groene volgzender R = Rode volgzender



Principe van een hyperbolisch coördinatennet. Schema van een zendpaar met radio-elektronische positiehyperbolen.

M = vaste hoofdzender (λ , f)

S = vaste volgzender (λ , f)

P = radiogolffront op $n \cdot \lambda$

λ = golflengte

f = zendfase

- - - = hyperbool als meetkundige plaats van golffront op een afstand ($n \cdot \lambda$) van de radiozender verwijderd.

dm^n , ds^n = afstand van hyperbool tot vast punt (zender).

De hyperbolen vertegenwoordigen de meetkundige plaats van alle punten op gelijk afstandverschil tot de vaste punten M en S. Fysische vormen zijn nulfaseverschilhyperbolen.

BIJLAGE 6

Schema van een *single beam* echoloding

De echoloder meet de diepte op het lodingspunt niet rechtstreeks maar leidt die af uit de looptijd van een ultrasonische geluidspuls die verticaal heen en weer gaat tussen een transducer meestal geïntegreerd in de romp van het schip en de lokale zeebodem waartegen de geluidsgolf gereflecteerd wordt („two way travel time”). De diepte onder de transducer op het lodingspunt is dan gelijk aan de helft van de totale looptijd vermenigvuldigd met de geluidssnelheid in het water. Men kan eventueel de diepte van de transducer vast instellen. De geluidssnelheid is van de orde van 1500 m/s maar wisselt in functie van de temperatuur, de saliniteit en de druk van het water (formule van Wilson). Bij elke meetcampagne wordt de echoloder gecalibreerd voor de heersende watertemperatuur en saliniteit. De diepte wordt geijkt door in een referentiepunt een vergelijkende dieptemeting uit te voeren met een meetstaaf die in zee neergelaten wordt.

De echoloder kan een analoge grafische registratie en een digitale output leveren. Bij de eerste worden een reeks opeenvolgende meetstippen als een lijn op de grafische recorder geregistreerd wat dan een echogram oplevert. Daarop kan men positiefixen aanbrengen. Door toevoegen van een tijdmeteter (TM) kan men een digitale diepte-aflezing (DGA) bekomen. De digitale dieptegegevens zijn alleen zeer kortstondig afleesbaar. Ze kunnen opgeslagen worden in een databank samen met de registratietijden en de bijhorende positiegegevens.

De grafische echoloder omvat een pulsgenerator, een zendtransducer, een ontvangstransducer en een grafische recorder. De pulsgenerator (PG) genereert de elektrische puls die de zendtransducer triggert. De zendtransducer (ZT) zet de elektrische puls ceramisch om in een ultrasonische geluidspuls (frequentie 20-300 kHz) en stuurt die verticaal uit in een smalle bundel. De ontvangstransducer (RT) vangt het gereflecteerde geluidssignaal op, zet het om in een elektrisch signaal dat eerst naar een versterker en daarna naar de grafische recorder loopt.

De grafische recorder omvat een gearde metalen plaat (M) waarboven een rol registratiepapier gespannen is tussen een afroltrommel (TA) en een oproltrommel (TO) die het registratiepapier met wisselbare snelheid kan laten passeren. Naast de plaat bevindt zich een geleidende band die over twee assen ronddraait met een snelheid die men eveneens kan veranderen. Op de band is een sleepnaald (N) bevestigd die met de band meedraait en daarbij volgens de y-as over het registratiepapier schuift. Op de achterzijde van de naald is er een glijcontact (C). Naast de band bevindt zich ter hoogte van de nullijn een glijcontact SP. Dit is verbonden met een externe stroombron en met de pulsgenerator. Een sleepcontact SR rust op de band en is aangesloten op de ontvanger. Verder is er nog een aandrijfmechanisme voor de oproltrommel (AO) en een voor de band (AB).

De beide assen op het registratiepapier zijn in feite tijdassen. De X-as geeft de afroltijd weer en kan gecalibreerd worden in afstanden als men de vaarsnelheid van het schip in rekening brengt. Δt geeft dus een tijdsverschil gecalibreerd in afstand. De Y-as meet de tijd gedurende een deel van elke bandomwenteling. Een tijdsverschil langs de Y-as kan in diepte gecalibreerd worden zodat men langs de Y-as een diepteschaal kan aanbrengen en op het registratiepapier dieptelijnen voorstellen. δt geeft dus een tijdsverschil gecalibreerd in afstand. Langs de X-as kan men tijdmerken (event marks). Die kan men inbranden als positiefixen zodat ook hier de preciese plaats van de lodingspunten en van de opgenomen bodemvormen kan teruggevonden worden.

De werking bestaat uit de opeenvolging van lodingscycli terwijl het schip zich verplaatst. Elke cyclus komt overeen met een volledige omwenteling van de band. De diepte in elk lodingspunt wordt als volgt geregistreerd.

Op het moment t_0 bevindt de sleepnaald N zich ter hoogte van de nullijn. De achterzijde van de naald raakt dan het glijcontact SP die stroom doorlaat vanuit een externe stroombron (exv). Hierdoor gaat een stroomstoot naar de pulsgenerator, wordt een elektrische puls gegenereerd die een geluidspuls aanmaakt in de zendtransducer. Die geluidspuls reflecteert eerst naar boven tegen

het wateroppervlak en daarna tegen de bodem die verder van de transducer afligt. Het eerste signaal wordt eerst opgevangen in de ontvangstransducer, het bodemsignaal pas later. Daar worden de geluidspulsen achtereenvolgens omgezet in een elektrische stroom die verder versterkt wordt, langs de tijdsmeter passeert, de digitale diepte-output genereert en uiteindelijk langs het sleepcontact SR op de band doorgegeven wordt. Eerst komt dus het signaal afkomstig van het wateroppervlak op de band en pas later, op het moment t_R , als de band reeds verder gedraaid is het bodemsignaal. Telkens brandt de naald N het registratiepapier in. Het eerste signaal registreert de diepte van de transducer (dt) onder het wateroppervlak, het tweede signaal de diepte van de zeebodem onder de transducer (db). Ondertussen draait de band verder en komt de naald terug ter hoogte van de nullijn, de achterkant raakt het glijcontact SP en een nieuwe elektrische puls wordt doorgelaten naar de pulsgenerator. Een tweede lodingscyclus vangt aan op een ander lodingspunt indien het schip zich ondertussen verplaatst heeft. Door opeenvolgende pulsen uit te sturen herhaalt zich dit proces bij elke puls en krijgt men na verloop van tijd een analoog diepteverloop opgetekend op het registratiepapier.

Frequentie en lengte van de geluidspuls moeten toelaten de two travel way af te leggen in functie van de diepte vòòr de volgende puls vertrekt. Daartoe kan de bandsnelheid aangepast worden en zijn verschillende dieptebereiken voorzien op de echoloder. Door de band sneller of trager te laten draaien zal eenzelfde Y-afstand op het registratiepapier overeenkomen met een respectievelijk kleiner of groter diepteverschil. Hierdoor is het mogelijk het maximale dieptebereik en ook de hoogte-overdrijving te veranderen. Dit is nodig om met eenzelfde toestel verschillende dieptezones te bestrijken. Op het registratiepapier zijn doorlopende dieptelijnen aangebracht waardoor de diepteschaal aan het meetbereik aangepast wordt. Door veranderen van de afrolsnelheid van het registratiepapier kan men de lengteschaal (X-as) en dus de hoogteoverdrijving veranderen.

De resolutie van de lodingspunten hangt dan af van de afrolsnelheid, van de pulsrequentie en van de scheepssnelheid.

Men kan het registratiepapier ook voor een andere diepteband gebruiken bij eenzelfde verticale schaal door de pulstrigger te laten werken maar vanaf een lijn die één of meerdere dieptebanden verplaatst is. Zo bekomt men b.v. een dieptebereik van 10-20 m in plaats van een van 0-10m voor de gehele registratiehoogte. Dit laat toe nauwkeurige en gedetailleerde diepteregistraties te bekomen op grote schaal en tot op grote diepte. Achteraf is dan wel een restituerend nodig van de aansluitende deelopnames geregistreerd met verschillende dieptebereiken.



RÉSUMÉ

Recherches sur les risques géomorphologiques sur les Bancs de Flandre au cours de la période 1985-1995

Les risques géomorphologiques sont liés aux possibilités de changement altimétrique de la surface pouvant avoir des répercussions nocives sur l'occupation humaine ou biologique et sur les activités ou les réalisations humaines. Dans un milieu marin épicontinental comme la Mer du Nord méridionale, les risques géomorphologiques se manifestent sous forme de déplacements de bancs, de changements dans la hauteur des bancs ou de la profondeur des chenaux ou aussi par des changements dans la position, les caractéristiques ou la mobilité des dunes hydrauliques. Ainsi le changement altimétrique de la surface forme-t-il le phénomène fondamental et son suivi fournit-il la base pour une évaluation des risques géomorphologiques. Cette évaluation toutefois ne forme pas de prédiction à long terme mais seulement une option sur une éventuelle continuation à courte échéance de l'évolution observée.

Après une description de la morphologie des Bancs de Flandre avec ses grands bancs de sable, ses chenaux, ses dunes hydrauliques et ses champs de mégarides suit un rappel des conditions hydrodynamiques qui y régissent l'érosion, le transport et le dépôt de sédiments, base du changement altimétrique.

L'évolution technologique qui s'est produite au cours de la période 1970-1985 dans le domaine de la navigation, de la bathymétrie, de la réduction de marée, du contrôle de qualité et des techniques d'acquisition et d'élaboration de données par ordinateur ont pour la première fois permis d'obtenir des échogrammes séquentiels suffisamment précis et permettant la détection de différences altimétriques mineures et l'établissement de profils hypsométriques comparables le long de lignes de référence fixes ainsi que l'acquisition des données digitales de profondeur et de positionnement à grande fréquence et sous forme digitalisée facilitant ainsi les traitements ultérieurs. Sur les Bancs de Flandre les lignes fixes correspondent à des loxodromies qui sous-tendent des hyperboles rouges de zéro différence de phase du réseau radio-électronique Decca 5B entre des points fixes. Les techniques de navigation, de positionnement et de sondage ainsi que les procédures de laboratoire d'élaboration, de correction et de contrôle de qualité de profils comparables sont présentées en détail.

L'article montre ce que la recherche au sujet de la stabilité du fond marin sur les Bancs de Flandre pouvait réaliser autour de 1970 et les résultats que l'on pouvait obtenir au cours de la période 1985-95. Les cartes de stabilité permettent de cartographier des noyaux stables et les zones-à-risques environnantes à différents niveaux et périodes en partant de cartes hypsométriques séquentiels. Les profils superposés (comme les profils de différence altimétrique et des zones de balayage) et les profils sériels permettent d'étudier en détail mais de façon qualitative la dynamique et la mobilité des dunes hydrauliques, des bancs et des chenaux.

Les méthodes morphométriques utilisent les profils hypsométriques séquentiels pour établir des séries temporelles pour un paramètre numérique ainsi que leur analyse de régression pour déterminer la tendance du changement altimétrique. La méthode morphométrique directe mesure le paramètre directement sur le profil. Il s'agit par exemple de la distance entre les convexités sommitales ou aussi entre une convexité

sommitale et un repère virtuel immobile et non fixé au banc, comme le recoupement d'une loxodromie de référence avec un méridien ou avec un autre radio-hyperbole Decca. La méthode morphométrique indirecte présente également une approche numérique pour définir les tendances de changement altimétrique des surfaces sommitales des bancs et des fonds de chenal. Elle calcule d'abord la valeur d'un paramètre secondaire comme la hauteur moyenne du profil limité par une surface de référence qui peut être relatée à une forme morphographique comme une convexité sommitale ou une concavité de base. Ce paramètre $h = S/L$ avec S égale à la superficie du profil au-dessus de la surface de référence et L égale à la longueur de la base du profil lors de chaque levé ou, en cas de stabilité bien marquée, à une date de référence, S et L étant les paramètres primaires mesurés directement sur le profil. Cette méthode numérique se prête facilement à une élaboration cartographique des tendances du changement altimétrique. Elle ne permet toutefois pas de distinguer l'impact des formes mineures (comme les dunes hydrauliques) le long du profil. On pourrait toutefois appliquer la méthode uniquement à la forme mineure elle-même, comme dans le cas de la dépression en développement sur la partie centre-nord du Kwintebank depuis 1992-93, ce qui démontre la complémentarité des différentes méthodes.

L'étude des changements altimétriques au cours de la période 1987-1995 sur les Bancs de Flandre montre que les fonds de chenal n'y ont que très peu changé aussi bien en profondeur qu'en largeur et que leur position est restée stable. Les risques géomorphologiques y sont donc très réduits, tout au moins en ne considérant qu'un futur rapproché. Sur les sommets de la plus part des bancs les risques géomorphologiques sont plus importants et plus variés. On y trouve un ensemble de zones à abaissement d'intensité différente. La tendance à l'abaissement est la plus prononcée sur la partie centre-nord du Kwintebank où elle atteint 25 cm/an pour la période 1987-1995 alors que cette zone a connu l'extraction d'aggrégats la plus importante des Bancs de Flandre. Elle est aussi plus marquée sur les faces nord des bancs, plus exposées aux vagues et aux houles de tempête. Le sommet du Middelkerkebank par contre présente une stabilité avec localement des tendances au rehaussement. L'interprétation génétique fait partiellement appel au mécanisme de maintenance qui considère un apport de sable vers les parties sommitales des bancs suite à une migration de mégarides à partir des fonds de chenal sur les flancs des bancs vers les parties sommitales.

L'article présente également quelques premiers résultats de l'application de techniques et de méthodes nouvelles en cours de développement durant les années quatre-vingt-dix, notamment la cartographie des différences de hauteur obtenues à partir d'une cartographie bathymétrique séquentielle au single beam hovercraft et d'une autre à l'échosondeur à multiples faisceaux (multibeam) et devenues possible grâce à l'introduction du GPS. L'apport des sonogrammes et les possibilités de la cartographie hydrographique à partir d'images satellitaires sont également mentionnés.

Plusieurs annexes présentent des données sur les campagnes bathymétriques qui ont été effectuées en mer entre 1984 et 1995 dans le cadre de cette recherche ainsi qu'un tableau avec les données de référence utilisés pour le calcul des tendances du changement altimétrique. Un bref exposé traite de l'essentiel des techniques bathymétriques, bathygraphiques et nautiques qui ont été utilisées.

ABSTRACT

Research on geomorphological hazards on the Flemish Banks in 1985-1995

Research on geomorphological hazards aims to evaluate the risks of altimetric changes possibly causing harmful effects on human or biological occupation and on human activities or realizations. At sea, in a sandy epicontinental environment such as the Southern Bight, shifting of sandbanks, raising or lowering of the summits of banks, raising of swale floors or changes in position, size or mobility of sandwaves involve such altimetric changes and form examples of geomorphological risks. Altimetric change of the surface therefore is the fundamental phenomenon and its follow up provides the argument for a risk evaluation. Such evaluation however is not considered to be a prediction over long periods, but merely an option on a possible continuity in the nearest future of an altimetric evolution observed over the previous years.

After a brief description of the morphology of the Flemish Banks characterized by large sandbanks and swales and by minor linear features such as sandwaves and mega-ripples, attention is paid to the hydrodynamical conditions. They command the sediment dynamics causing altimetric changes by differential erosion or sediment deposition.

Beside methods of sequential hypsometric map and hypsometric profile comparison special attention is paid at implementing trend analysis of time series of morphometric parameters deduced from sequential bathymetric surveys along fixed survey tracks into the altimetric change evaluation and altimetric change trend mapping.

The technological evolution in the field of navigation, bathymetry, tide reduction, quality control and the development of computerized techniques for data acquisition and numerical or graphical data elaboration during the period 1980-95 made it for the first time possible to obtain digital and analog chronosequential depth registration along fixed reference lines transverse to the bank axis (and corresponding here to loxodromes subtending sections between fixed W-points along radio-electronic red Decca hyperboles of the Decca-5B net) with a precision and a resolution allowing detection of minor altimetric differences and therefore realization of comparable hypsometric profiles. The navigation, positioning and sounding techniques and the laboratory procedures used to obtain such comparable profiles are discussed in detail.

The paper shows what sea floor stability research on the Flemish Banks could achieve during the period 1985-1995. Stability maps, deduced from sequential hypsometric maps, are useful but qualitative tools for the cartography of stable cores of banks and their surrounding sweep zones at different levels and for different periods. Superposed profiles (such as height difference profiles and sweep zone profiles) and serial profiles are used for detailed but mostly qualitative studies about morphodynamics of sandwaves, sandbanks and swales.

Morphometric methods of sequential hypsometric profile processing rest upon the use of time series for a numerical parameter and their regression analysis for the determination of the altimetric change trend. In the direct morphometric mode the parameter is directly measured on the profile. Such morphometric parameter is e.g. the distance between top convexities or between a top convexity and a virtual bench mark such as the crossing of the profile track with a green Decca line. The indirect morphometric method forms a numerical approach in defining the raising or lowering tendency

of banktops and swale floors. It rests upon the computation of an indirect morphometric parameter such as the mean height of a profile delimited by a reference level which may be related to a morphographic feature such as a top convexity or a base concavity. That parameter $h = S/L$ with S equal to the area of the considered profile part above (or below in case of a swale floor) the reference level and L equal to the length of the base line of that profile on each survey date or, in case of distinct stability, on a reference date. It provides a cartography of the altimetric change trend. That risk evaluation along reference lines however does not yield direct information on the part of minor features such as sandwaves although separate application of the method to such individual features is possible. Therefore visual profile comparison still remains an unreplaceable complement.

The results show that during the period 1987-1995 depth and width of swale floors on the Flemish Banks changed very little and an altimetric change trend near to zero. Their location and that of the banks remained nearly unchanged with the exception of some restricted bank side oscillation. At the summit of most of the banks risks of altimetric changes are higher and most bank summits seem to consist of smaller zones having different lowering tendencies. Lowering tendency is most outspoken at the central northern Kwintebank reaching there 25 cm/year over the period 1987-1995. That area is the one with the highest sand extraction rate on the Flemish Banks (1.000.000 m³ in 1992). There also exists a distinct lowering tendency along the northern edges of the banks, these zones being more exposed to swell and storm waves. The top of the Middelkerke Bank on the contrary shows a predominant stability with some zones of a weak raising tendency. The application of various methods suggests that the mobility of large sandwaves on the banks consists mainly of oscillations with a rather restricted residual effect over periods of a few years. The genetic explanation comprise a maintenance mechanism which is considered to be a sand supply process for the bank summits due to bank side climbing by megaripples migrating on the swale floors.

The article pays attention to the first applications of methods newly developed in the late nineties such as height difference mapping deduced from high resolution single beam hovercraft bathymetry and from multibeam bathymetric mapping, both possible since the implementation of GPS positioning. There is attention as well for the contribution of sonographs to the reconstitution of bedload transport paths using sandwave and megaripple asymmetry and orientation and the article mentions the prospects of satellite imagery.

An extensive bibliography is completed by a list of the more than 50 bathymetric campaigns at sea between 1984 and 1995, a table with the reference volumes used for the computation of the altimetric changes in 1987-1995 and a few notes on the essentials of the bathymetric, bathygraphic and nautical techniques used.



Foto 1. — Ontvangstoestel voor de hyperbolische coördinaten van het radio-elektronisch SYLEDIS navigatie-systeem (a/b Belgica, 1987).

De hyperbolische coördinaten worden onmiddellijk omgerekend in geografische coördinaten na opgave van projectie en ellipsoïde en worden afgelezen op het scherm in de linkerbovenhoek. Daarop wordt eveneens aangegeven de te varen orthodroom en de werkelijk gevaren route. Men ziet duidelijk hoe in het voorgestelde geval de gevaren route afwijkt van de referentielijn en hoe het schip door de roerganger die tegelijk over een left/right indicator beschikt, op de referentielijn teruggebracht wordt. De nauwkeurigheid van de navigatie kan verhoogd worden door de resolutie van het basisraster te vergroten. Op het scherm staan ook aanduidingen over de ontvangstkwaliteit, over de afstand tussen de beide lijnen, over de afstand tot het eindpunt van de vaarlijn en over de werkingsmode. Het toetsenbord laat toe verschillende menu's te activeren en data voor de oproepen programma's en werkingsmodes in te voeren.

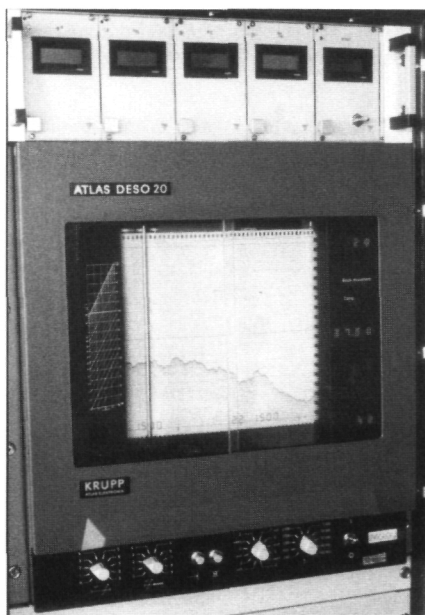


Foto 2. — ATLAS DESO XX echolood (a/b Belgica, 1985).

Bovenaan vindt men digitale aanduidingen voor verschillende meteorologische parameters. Daaronder volgen van links naar rechts eerst een normogram voor invoeren van geluidssnelheid en centraal het analoge echogram dat geleidelijk geregistreerd wordt met onderaan aanduiding van het actieve dieptebereik (i.c. 22 d.w.z. tussen 20 en 40 m diepte) en de gebruikte geluidssnelheid (i.c. 1500 m). De verticale band rechts toont van boven naar onder de registratiediepte aan de bovenkant van het echogram (i.c. 20 m), onderaan de registratiediepte aan de onderkant van het echogram (i.c. 40 m) en middenin de digitale uitlezing voor de diepte bij het laatste lodingspunt. De knoppen onderaan dienen o.a. voor keuze van het dieptebereik en voor aanbrengen van event marks op het echogram.



Foto 3. — KLEIN 520 side scan sonar (a/b Remerswaal, 1981). Gesleepte transducer (*towfish*) voor opnames van sonogrammen gedurende het pilootproject Kwintebank in de periode 1981-83.

INHOUD

C. KONINCKX, Woord vooraf	5
K. VAN CLEEMPOEL, Een overzicht van de belangrijkste navigatie-instrumenten tot aan de chronometer	9
C. KONINCKX, Temperatuurmetingen op zee in de 18de eeuw	25
R. VAN CLEEMPOEL, Quarantaine	67
Y. SEGERS, Geneesheren rapporteren. Ziekte en hygiëne aan boord van het Belgische marineschip Louise-Marie, 1847-1856	119
C. VAN CAUWENBERGHE, Zeekaarten van de Vlaamse kust en van de Westerschelde voor en na de onafhankelijkheid van België in 1830 (deel 1)	145
K. DAVIDS, De geschiedschrijving over navigatie en maritieme cartografie in de Lage Landen in de twintigste eeuw	165
G. DE MOOR, Geomorfologisch risico-onderzoek op de Vlaamse Banken tussen 1985 en 1995	181

